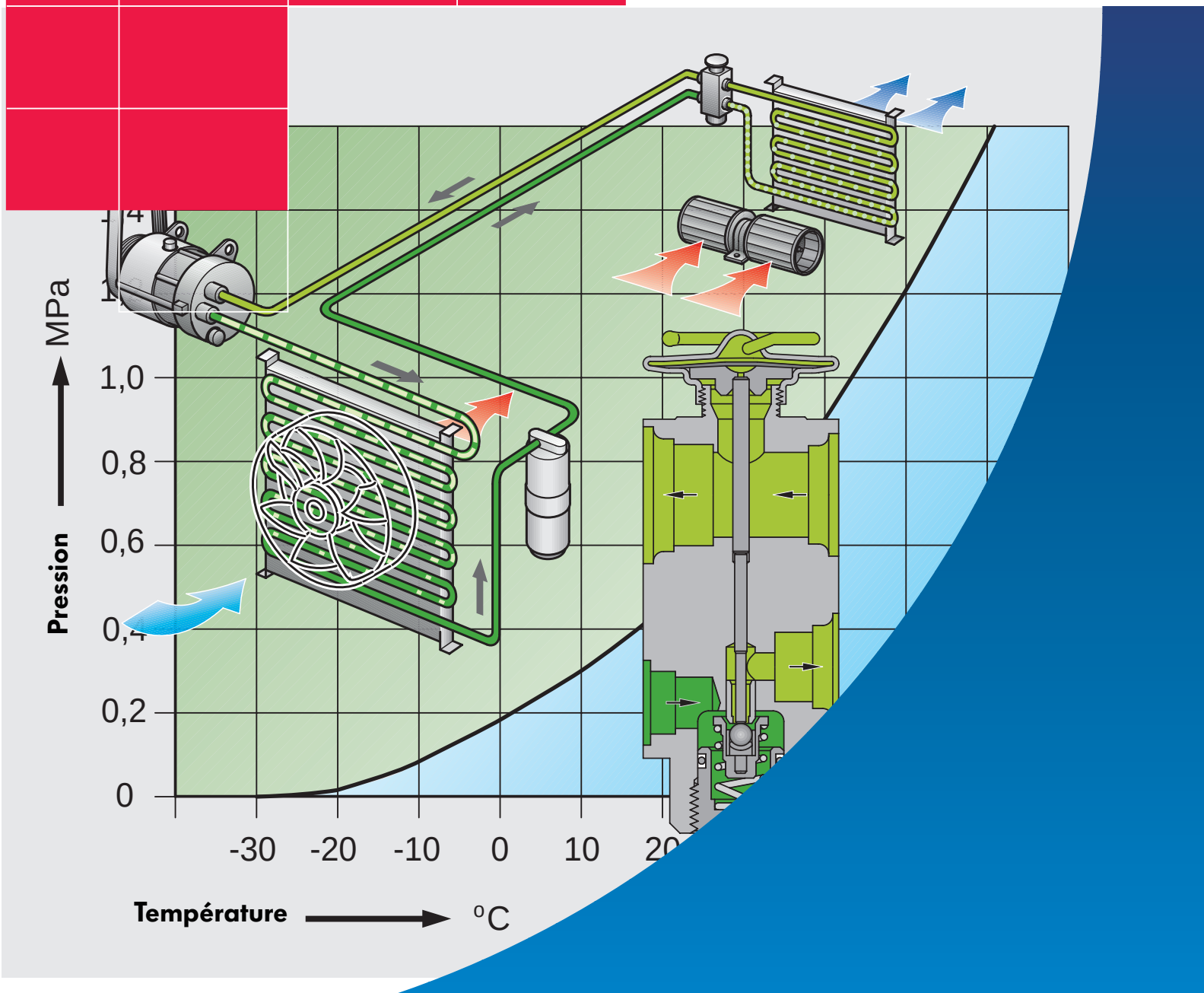
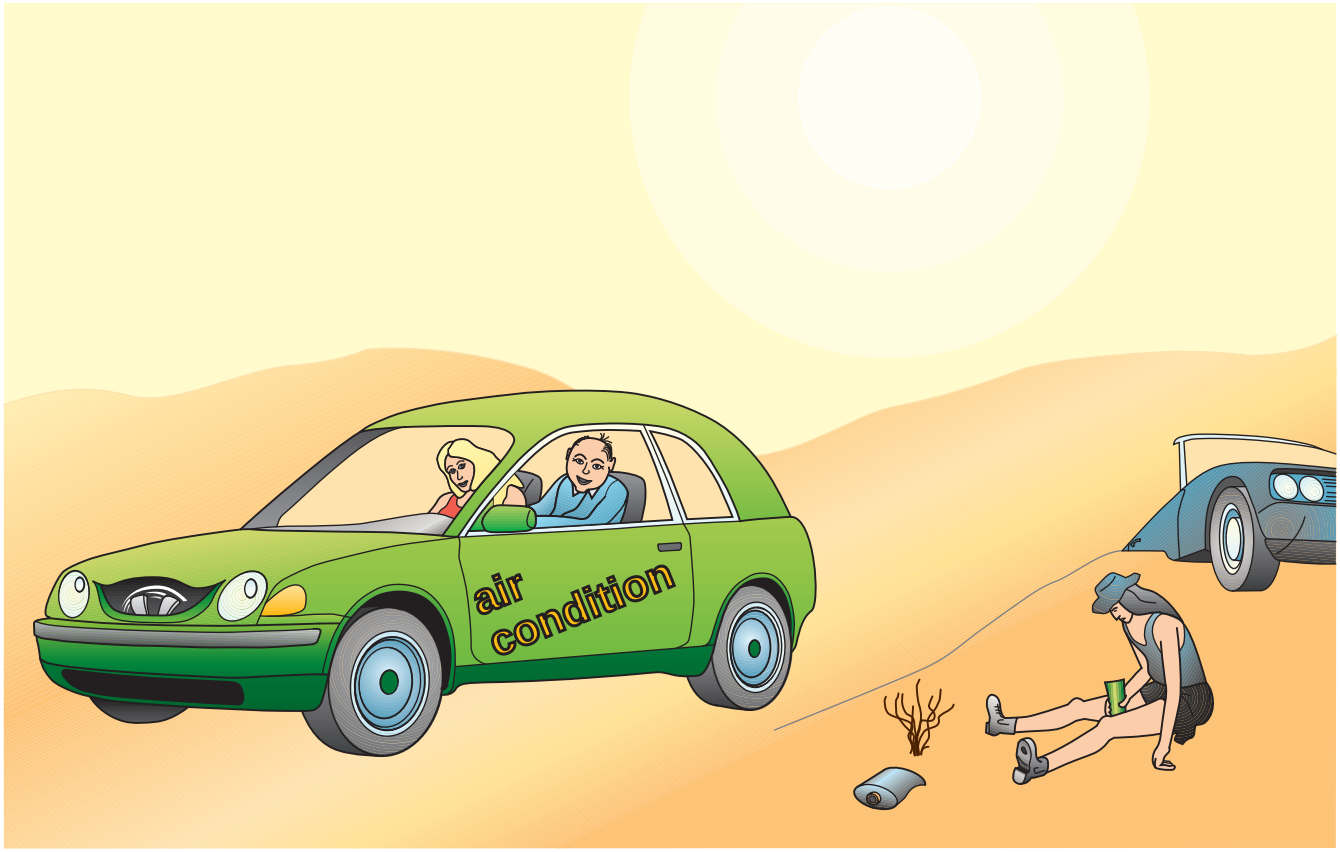
Service.

Programme autodidactique 208

La climatisation automobile

Notions de base





L'air conditionné a, sur les véhicules, cessé depuis longtemps d'être considéré comme une option de luxe.
Le climatiseur est devenu un facteur de sécurité active et s'assimile pratiquement à un équipement technique de sécurité.

Si, il y 10 ans de cela, seuls quelque 10 % des véhicules neufs immatriculés pouvaient s'enorgueillir de posséder un climatiseur, plus d'un quart des nouveaux véhicules immatriculés en 1996 en étaient équipés de série.

Les clients souhaitent de plus en plus souvent des véhicules climatisés.

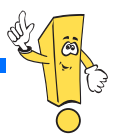
La constitution du circuit de réfrigérant d'un climatiseur est identique sur tous les véhicules. Des variations ne sont sensibles qu'au niveau de l'adaptation aux besoins frigorifiques.

Nous aimerions, dans ce programme autodidactique, vous familiariser avec le principe fondamental et la constitution d'un climatiseur. Vous apprendrez à quoi servent les différents composants assurant la génération du froid, quelles sont les particularités du réfrigérant et pourquoi des directives SAV particulières s'appliquent aux climatiseurs.

Les composants représentés ont, pour la plupart, valeur générale.

Pour les indications chiffrées, veuillez tenir compte du fait qu'il s'agit d'exemples.
Les valeurs absolues varient pour chaque véhicule spécifique en fonction des besoins frigorifiques.

NOUVEAU



Attention
Nota

Le programme autodidactique n'est pas un Manuel de réparation !

Pour les instructions de contrôle, de réglage et de réparation, prière de consulter les ouvrages SAV correspondants.

Aperçu

La climatisation en automobile 4
Un climatiseur, pourquoi ?

Physique et technique de refroidissement 6
Physique appliquée

Réfrigérant 8

Technique de refroidissement 12
Circuit de réfrigérant – Principe
Circuit de réfrigérant avec clapet de détente
Compresseur
Fonctionnement du compresseur
Coupleur électromagnétique
Condenseur
Réservoir de liquide et déshydrateur
Clapet de détente
Clapet de détente – nouvelle génération
Evaporateur
Circuit de réfrigérant avec étrangleur
Etrangleur
Collecteur

Régulation du système 32
Composants du système de sécurité

Commutation des ventilateurs de radiateur 40
Commutation des ventilateurs pour refroidissement du moteur/condenseur
Appareil de commande pour ventilateur de liquide de refroidissement J293

Régulation de la température 42
Régulation manuelle
Régulation automatique
Synoptique du système
Appareil de commande avec unité de commande et d'affichage
Principaux détecteurs de température
Signaux supplémentaires pour régulation de la température
Servomoteurs
Guidage d'air
Répartition d'air
Mode air recyclé

Technique SAV 64
Mesures de sécurité
Influences sur le fonctionnement - Généralités
Diagnostic des défauts par contrôle de pression
Diagnostic des défauts par autodiagnostic

Information 72
Principales notions de technique de refroidissement

La climatisation en automobile

Un climatiseur, pourquoi ?

L'être humain se sent à l'aise à une température et une humidité de l'air ambiant données ; il éprouve alors une sensation de confort.

Le confort, considéré comme composant de la sécurité active, joue un rôle important pour une aptitude à la conduite inaltérée.

La "climatisation automobile" exerce une influence directe sur le conducteur, sur une conduite sans fatigue, sur la sécurité de conduite.

Une température agréable dans l'habitacle dépend de la température régnant à l'extérieur et d'un débit d'air suffisant :

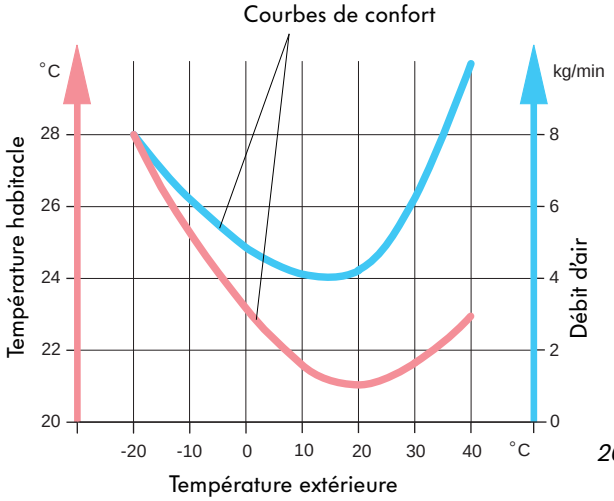
Température extérieure basse, p. ex. –20 °C
➡ température de l'habitacle assez élevée 28°C débit d'air élevé 8 kg/min

Température extérieure élevée, p. ex. 40 °C
➡ basse température de l'habitacle 23 °C débit d'air élevé 10 kg/min

Température extérieure moyenne, p. ex. 10 °C
➡ basse température de l'habitacle 21,5 °C faible débit d'air 4 kg/min

Même un système de ventilation et de chauffage moderne ne parvient que de manière insatisfaisante à assurer ce confort à des températures extérieures élevées. Pourquoi ?

– En cas de rayonnement solaire important, notamment, l'échange de l'air réchauffé de l'habitacle ne peut avoir lieu qu'avec de l'air à température ambiante.
– Sur le chemin menant de la prise d'admission au diffuseur d'air, il se produit généralement un réchauffement supplémentaire de plusieurs degrés.
– L'ouverture d'une glace ou du toit ouvrant pour obtenir un climat agréable s'accompagne généralement de courants d'air ou d'autres désagréments tels que bruit, gaz d'échappement, pollen.

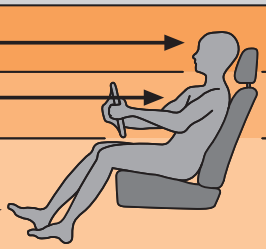


208_043

Lorsque l'humidité de l'air est élevée, le stress imposé au corps humain augmente encore.

Températures régnant dans un véhicule de catégorie moyenne
pour : Temps de conduite 1 h
Température extérieure 30 °C
Rayonnement solaire s'exerçant sur le véhicule

Zone	avec climatiseur	sans climatiseur
Tête	23 °C	42 °C
Thorax	24 °C	40 °C
Pieds	28 °C	35 °C



208_001

Effets d'une température défavorable dans l'habitacle sur l'être humain

Des études scientifiques de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) ont prouvé que l'aptitude à la concentration et le pouvoir de la réaction diminuent fortement en cas de stress.

La chaleur est une forme de stress.

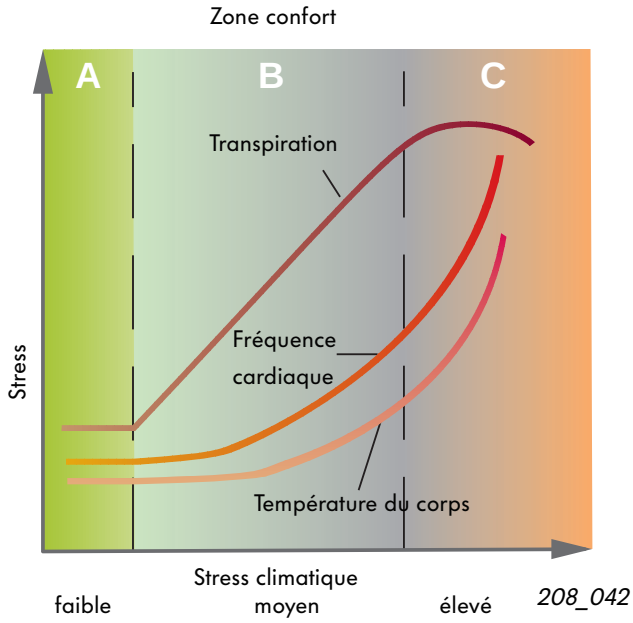
La meilleure température pour le conducteur se situe entre 20 et 22 °C. Cela correspond à la plage climatique A, la zone de confort.

Un rayonnement solaire intense sur le véhicule peut faire monter la température à l'intérieur de la voiture de plus de 15 °C au-dessus de la température extérieure – au niveau de la tête notamment.
C'est là que l'effet de la chaleur est le plus dangereux.

La température du corps augmente, la fréquence cardiaque s'accélère.
Une transpiration plus forte en est également un signe.
Le cerveau ne reçoit pas suffisamment d'oxygène. Nous sommes dans la zone B du stress climatique.

La zone C représente déjà pour le corps humain un stress difficilement supportable.
La branche de la médecine étudiant les conditions du trafic reconnaît le "stress climatique" comme étant indubitablement une affection.

Des études prouvent qu'une augmentation de la température de 25 à 35 °C provoque une diminution de la perception sensorielle et de l'aptitude combinatoire de l'ordre de 20 %.
On estime que cette valeur équivaut à un taux d'alcoolémie de 0,5 pour mille.



En vue de réduire ces contraintes, voire de les exclure totalement, on a mis au point le climatiseur, un système créé en vue de garantir à l'homme une température agréable – et qui de surcroît épure et déshydrate l'air.

A l'aide du climatiseur, il est possible de générer au niveau des buses de sortie d'air des températures très fortement réduites par rapport à des températures extérieures élevées.
Et cela vaut que le véhicule soit arrêté ou roule.

Un effet technique secondaire, aussi important toutefois que l'abaissement de la température, est l'absorption de l'humidité de l'air et l'épuration de l'air qui l'accompagne.
Les filtres à pollen et à charbon actif sont des facteurs complémentaires d'assainissement.
Cet "air propre" est particulièrement bénéfique aux personnes souffrant d'allergies.

La climatisation automobile

- un élément de sécurité véritable

- un complément fonctionnel et non pas un simple luxe

Physique et technique de refroidissement

Physique appliquée

Lois fondamentales

Un grand nombre de matières sont connues dans trois états.

L'eau par exemple : sous forme **solide – liquide – gazeuse**.
La réfrigération se base sur ces lois fondamentales.

On sait depuis longtemps comment obtenir un refroidissement. Un des premiers procédés utilisés pour le refroidissement d'aliments était de les stocker dans une "glacière".

La glace = eau à l'état solide, absorbe la chaleur des aliments. Ils refroidissent.

Cela provoque la fonte de la glace, qui repasse à l'état liquide et redevient eau.

Si l'on continue à apporter de la chaleur à l'eau, elle bout et s'évapore. L'état gazeux est atteint.

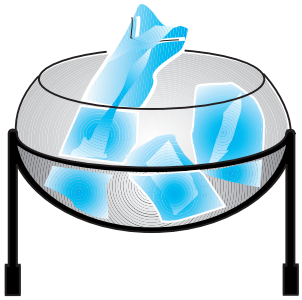
Le corps gazeux peut, par refroidissement, redevenir liquide et, par un nouveau refroidissement, être retransformé en un corps solide. Ce principe s'applique à pratiquement toutes les matières :

– Une matière absorbe de la chaleur lors de sa transformation de l'état liquide à gazeux.

– Une matière délivre de la chaleur lors de sa transformation de l'état gazeux à liquide.

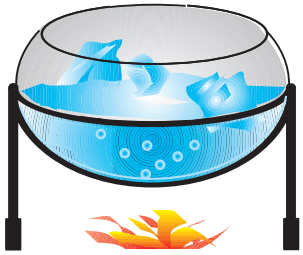
– Le transfert de chaleur s'effectue toujours de la matière la plus chaude vers la plus froide.

Les effets de l'échange de chaleur, au cours duquel un corps change d'état en des points donnés, sont exploités en technique de climatisation et réalisés sur le plan technique.



Glace – solide

208_039



Glace – devient liquide par absorption de chaleur

208_040

Eau – devient gazeuse sous l'effet de la chaleur

208_041

Loi physique

Point de solidification
p. ex. l'eau se transforme en glace
Point d'ébullition
p. ex. l'eau se transforme en vapeur

Pression et point d'ébullition

Lorsque la pression s'exerçant sur un liquide varie, son point d'ébullition est décalé.
Tous les liquides se comportent de la même façon.

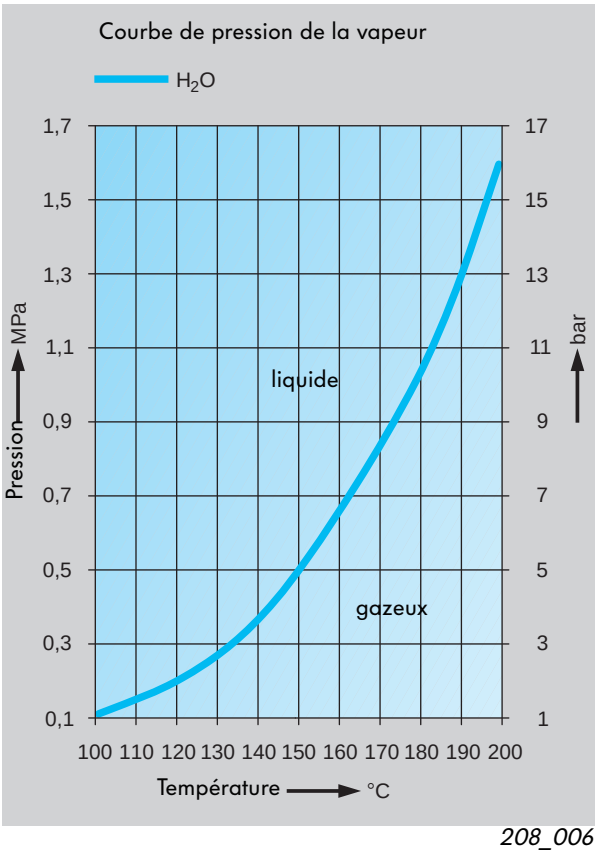
Point d'ébullition H_2O/eau = 100 °C
Huile machine = 380 - 400 °C

Nous savons, dans le cas de l'eau, qu'elle bout à des températures d'autant plus basses (et se transforme en vapeur) que la pression est basse.

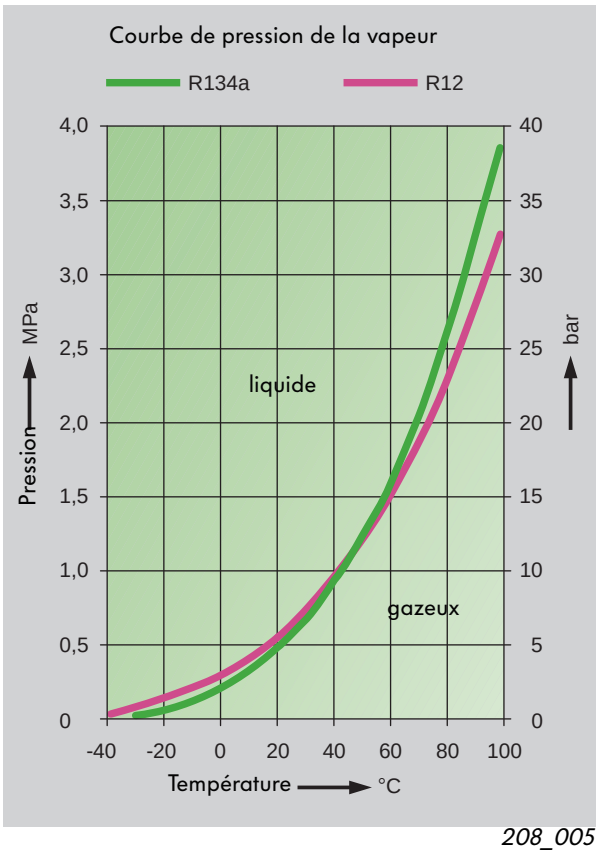
Le processus d'évaporation est également le procédé utilisé sur les climatiseurs automobiles.
On utilise alors une matière arrivant facilement à ébullition.
On l'a appelée agent frigorigène, ou réfrigérant.

Point d'ébullition Réfrigérant R12 –29,8 °C
Réfrigérant R134a –26,5 °C

(Le point d'ébullition des liquides indiqué dans les tableaux se réfère toujours à la pression atmosphérique de 0,1 MPa = 1 bar.)



208_006



208_005

Que nous apprend la courbe de pression de la vapeur ?

Les courbes de pression de la vapeur des deux réfrigérants R134a et R12 (le R12 n'est plus utilisé) et de l'eau montrent que :

- **A pression constante, la vapeur se transforme en liquide par abaissement de la température (dans le circuit du climatiseur, cela se produit dans le condenseur),**
- **ou que, par réduction de la pression, le réfrigérant passe de l'état liquide à l'état gazeux (dans le circuit du climatiseur, cela se produit dans l'évaporateur).**

Réfrigérant

R 134a

Le réfrigérant à bas niveau d'ébullition utilisé pour les climatiseurs automobiles est un gaz.

A l'état gazeux, il est invisible, sous forme de vapeur et de liquide, il est incolore, comme l'eau.

Les réfrigérants ne doivent pas être mélangés entre eux et seul celui prescrit pour le système de conditionnement d'air respectif doit être utilisé.

Réfrigérant R12 – dichloro-difluorométhane
formule chimique CCl_2F_2

un chlorofluorocarbone (CFC)
polluant !

Réfrigérant R134a – tétrafluoréthane
formule chimique $CH_2F\text{-}CF_3$

un hydrofluorocarbone (HFC)
peu polluant !

Pour les climatiseurs automobiles, la vente du réfrigérant R12 est, en Allemagne, interdite depuis 1995 et, à partir de juillet 1998, il ne sera plus autorisé non plus d'effectuer le remplissage d'un climatiseur avec du R12.
Sur les climatiseurs de voiture actuels, le réfrigérant R134a est le seul utilisé.

Loi interdisant les produits halogénés

- Le R134a – un hydrofluorocarbone, ne possède pas, comme le réfrigérant R12, d'atomes de chlore responsables, lors de leur décomposition, de l'endommagement de la couche d'ozone de l'atmosphère terrestre.

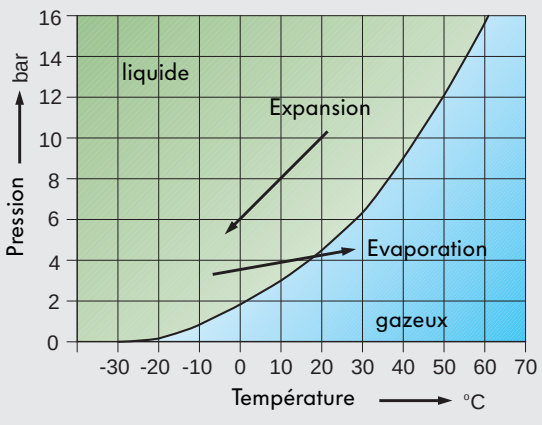
R134a

- La courbe de pression de vapeur du R134a s'apparente fortement à celle du R12.
  La puissance frigorifique est obtenue comme dans le cas du R12.

  Pour les climatiseurs dont le remplissage avec du R12 n'est plus autorisé, le passage au R134a est possible avec un kit de reconversion (retrofit).

  Les systèmes reconvertis n'atteignent plus leur puissance frigorifique initiale.

En fonction des conditions de pression et de température dans le circuit de réfrigérant, le réfrigérant est gazeux ou liquide.



Courbe de pression de la vapeur du R134a

208_050

Etat du réfrigérant R134a
dans le cycle d'un climatiseur

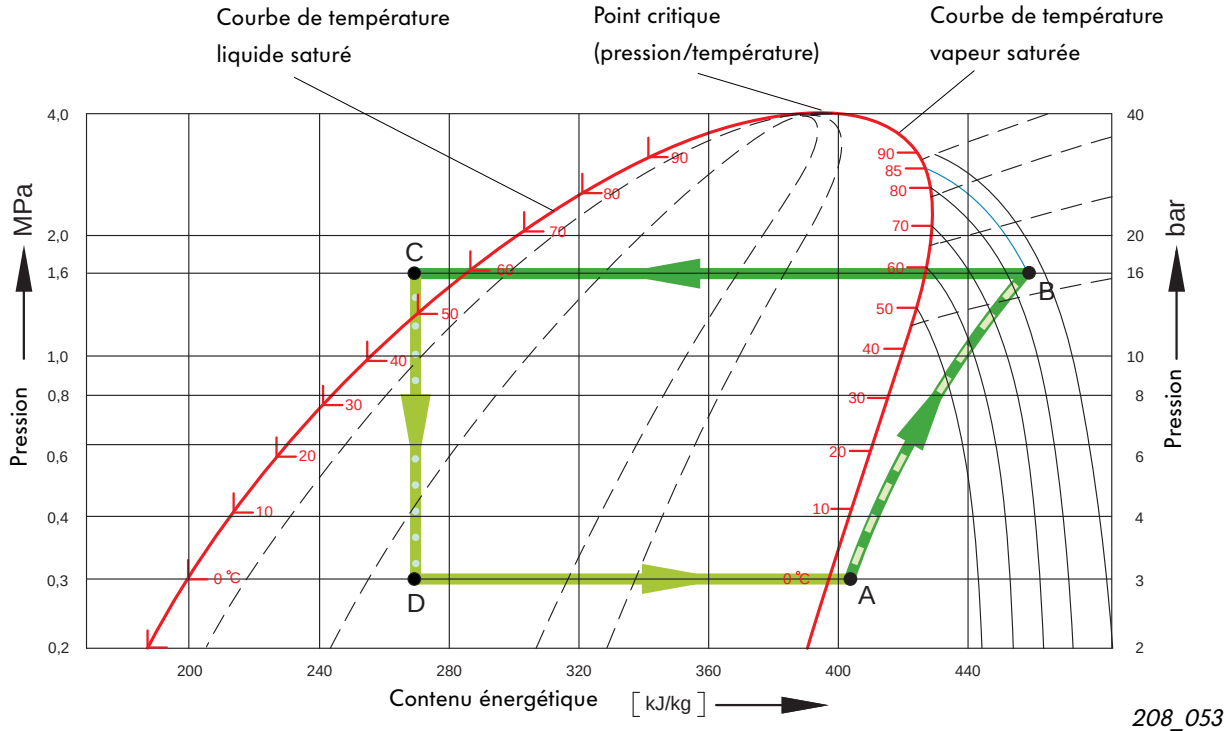
En complément de la courbe de pression de la vapeur, le cycle du réfrigérant renseigne, en plus du bilan énergétique, sur les changements d'état du réfrigérant sous l'effet de la pression et de la température et son retour à l'état initial.
Le graphique est un extrait du diagramme d'état du réfrigérant R134a pour un climatiseur automobile.
Les valeurs absolues diffèrent en fonction des besoins frigorifiques du type de véhicule.

Le contenu énergétique est important pour la conception d'un climatiseur.
Il indique l'énergie nécessaire au fonctionnement du processus (chaleur de l'évaporateur, chaleur du condenseur) en vue d'atteindre la puissance frigorifique prévue.

Caractéristiques physiques du R134a :

Point d'ébullition :	–26,5	°C
Point de congélation :	–101,6	°C
Température critique :	100,6	°C
Pression critique :	4,056	MPa
	(40,56	bar)

R 134a



208_053

A — B Compression dans le compresseur, augmentation de pression et température, gazeux, pression élevée, température élevée

B — C Processus de condensation dans le condenseur, pression élevée, baisse de température, léger refroidissement, quitte le condenseur à l'état liquide,

C — D Expansion = détente brusque, provoque l'évaporation

D — A Processus d'évaporation (absorption de chaleur) dans l'évaporateur. Passage de vapeur à gaz, pression faible

Courbe de température pour point B

Explication des termes à la page 72.

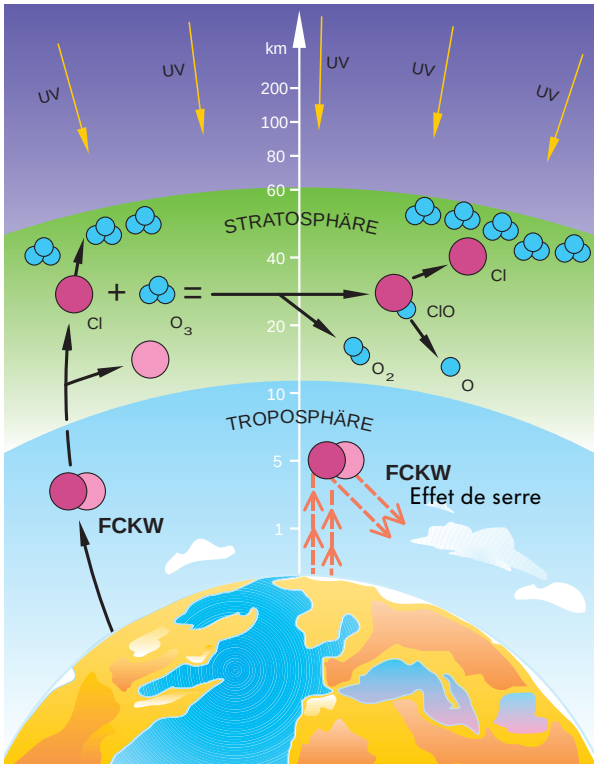
Réfrigérant

R 134a

Réfrigérant et couche d'ozone

L'ozone protège la surface terrestre du rayonnement ultraviolet par absorption de la majeure partie de ces rayons.
Les rayons ultraviolets décomposent l'ozone (O_3) en une molécule d'oxygène (O_2) et un atome d'oxygène (O). Les atomes et molécules d'oxygène d'autres réactions se combinent à nouveau pour former de l'ozone.
Ce processus se déroule dans l'ozonosphère, une couche de la stratosphère, à 20 à 50 km d'altitude.

Un réfrigérant CFC tel que le R12 contient du chlore (Cl).
En cas de manipulation incorrecte, la molécule de R12 – plus légère que l'air – monte jusqu'à la couche d'ozone.
Sous l'action du rayonnement ultraviolet, un atome de chlore du CFC est libéré et réagit avec l'ozone.
L'ozone est alors décomposé et on obtient une molécule d'oxygène (O_2) et du monoxyde de chlore (ClO), qui réagit ultérieurement avec l'oxygène et libère du chlore (Cl). Ce cycle peut se répéter jusqu'à 100 000 fois.



Réaction entre CFC et ozone dans l'atmosphère

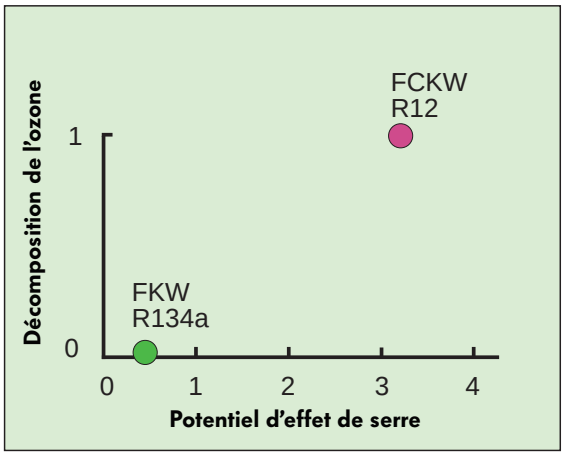
208_051

Les molécules d'oxygène libre (O_2) ne peuvent cependant pas absorber le rayonnement ultraviolet.

Réfrigérant et effet de serre

Le rayonnement solaire est reflété à la surface de la terre sous forme de rayonnement infrarouge. Mais les gaz en trace –dont le principal est le CO_2– reflètent ces ondes dans la troposphère. Il s'ensuit un réchauffement climatique – l'effet de serre. Les CFC sont les principaux responsables de l'augmentation croissante de la concentration de gaz en trace.

1 kg de R12 provoque le même effet de serre que 4000 t de CO_2.
Le R134a ne contribue que très peu à l'effet de serre. Son potentiel de décomposition de l'ozone est pratiquement nul.



208_052

Huile frigorigène

On a besoin pour la lubrification de l'ensemble des pièces mobiles du climatiseur d'une huile spéciale – l'huile frigorigène –, exempte d'impuretés telles que soufre, cire et humidité.

Elle doit être compatible avec le réfrigérant étant donné qu'elle se mélange en partie avec lui et circule dans le circuit de réfrigérant et ne doit pas non plus être agressive pour les étanchements du système.

L'utilisation d'autres huiles n'est pas autorisée car elle risqueraient de provoquer un plaquage de cuivre, une cokéfaction et la formation de résidus. Il s'ensuivrait une usure prématurée et une destruction des éléments mobiles.

Une huile synthétique spéciale est utilisée pour le circuit de réfrigérant rempli de R134a. Elle ne doit être utilisée qu'avec ce réfrigérant étant donné qu'elle n'est pas miscible avec les autres.

L'huile frigorigène ne peut également être adaptée qu'à un type de compresseur donné.

Huile frigorigène pour R134a

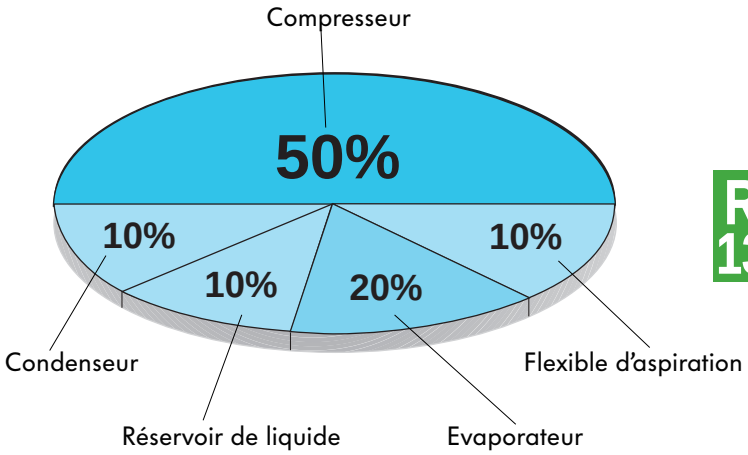
Désignation : PAG = polyalkylène-glycol

Propriétés :

- solubilité élevée avec le réfrigérant
- bon pouvoir lubrifiant
- exempte d'acide
- fortement hygroscopique (absorbe l'eau)
- non miscible avec d'autres huiles

Attention :

- Cette huile ne doit pas être utilisée dans les anciens climatiseurs remplis de réfrigérant R12 étant donné qu'elle n'est pas compatible avec ce type de réfrigérant.



Répartition de la quantité d'huile dans le circuit de réfrigérant (approximative)
La capacité d'huile frigorigène varie en fonction de la conception des organes et du type de véhicule considéré.

Remarques importantes :

- Ne pas stocker ouvert (très hygroscopique).
- Toujours fermer le récipient d'huile, refermer immédiatement un bidon entamé en vue de le protéger de la pénétration d'humidité.
- Ne pas réutiliser d'huile frigorigène ayant déjà servi.
- **La mettre au rebut avec les déchets spéciaux.**
  En raison de ses propriétés chimiques, l'huile frigorigène ne doit pas être éliminée avec l'huile moteur ou l'huile de boîte.

Technique de refroidissement

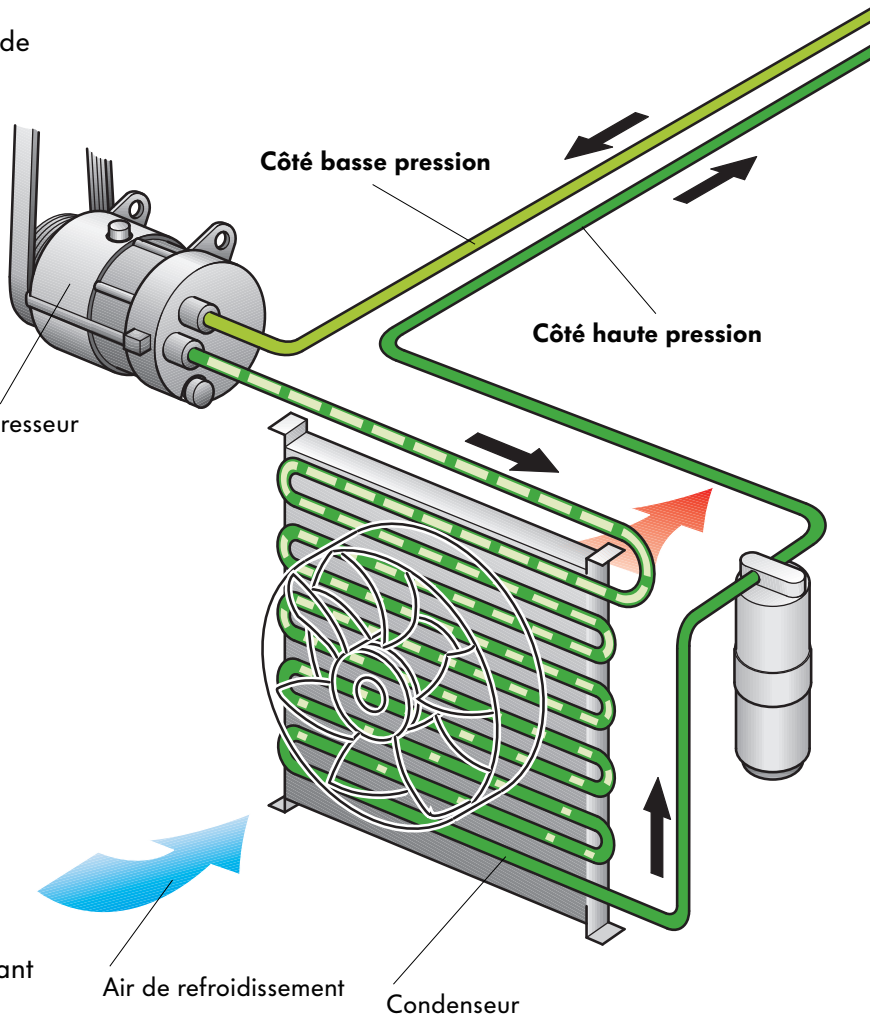
Circuit de réfrigérant – Principe

Déroulement du processus de refroidissement et hypothèses techniques

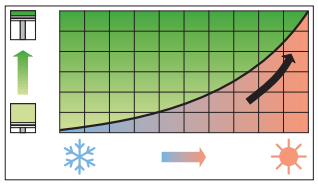
Nous savons que :
Pour refroidir quelque chose, il faut céder de la chaleur.
Sur les véhicules automobiles, on utilise dans ce but un système de réfrigération par compression.
Un réfrigérant circule dans un circuit fermé et son état varie en permanence entre liquide et gazeux. Il est :

- comprimé sous forme gazeuse,
- condensé par cession de chaleur,
- évaporé par réduction de pression lors de l'absorption de chaleur.

Il n'est pas produit de froid ; il y a prélèvement de la chaleur de l'air fourni au véhicule.



Déroulement technique

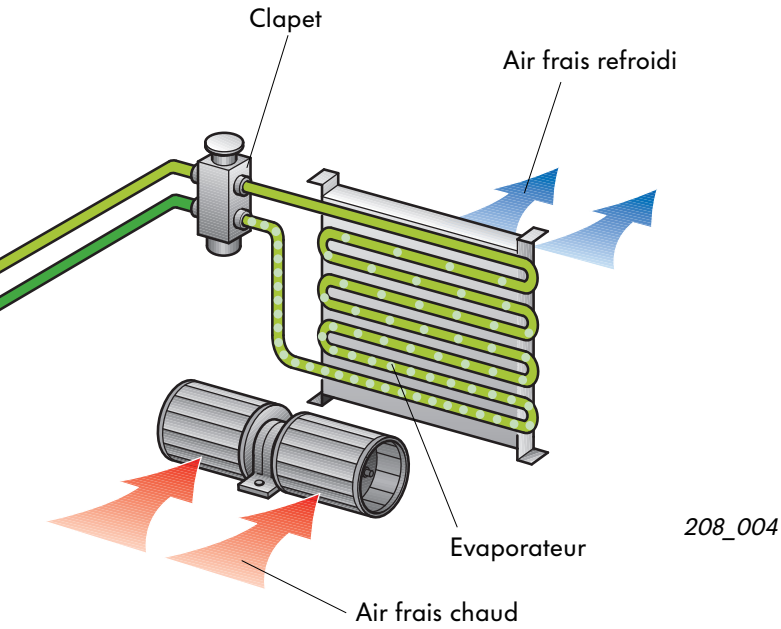


208_071

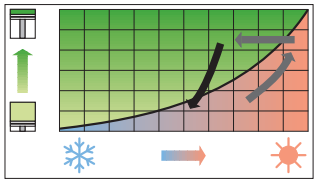
Le **compresseur** aspire le réfrigérant froid, gazeux, à basse pression.

Le réfrigérant est comprimé dans le compresseur et se réchauffe.
Il est pompé dans le circuit (côté haute pression).

Durant cette phase, le réfrigérant
est gazeux,
à haute pression
à température élevée.



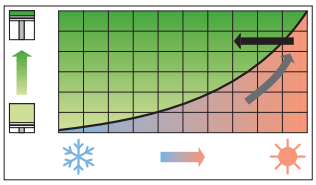
208_004



208_073

Le réfrigérant liquide comprimé est alors refoulé en direction d'un étranglement. Il peut s'agir d'un étrangleur ou d'un clapet de détente. Il est à ce niveau pulvérisé dans l'évaporateur, ce qui s'accompagne d'une chute de pression (côté basse pression).
Dans **l'évaporateur,** le réfrigérant liquide pulvérisé se détend et s'évapore. La chaleur d'évaporation requise est prélevée dans l'air frais chaud passant le long des ailettes de l'évaporateur, qui et refroidi.
La température dans l'habitacle se rafraîchit.

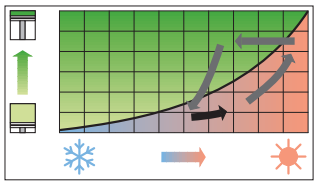
Durant cette phase, le réfrigérant est
à l'état de vapeur
à basse pression et
basse température.



208_072

Le réfrigérant arrive rapidement au **condenseur** (où a lieu sa liquéfaction).
La chaleur du gaz chaud comprimé est alors absorbée dans le condenseur par le flux d'air (vent dû au déplacement du véhicule et soufflante). Lorsqu'il atteint le point de rosée, qui dépend de la pression, le gaz réfrigérant se condense et passe à l'état liquide.

Durant cette phase, donc, le
réfrigérant est
liquide,
à pression élevée et
à température moyenne.



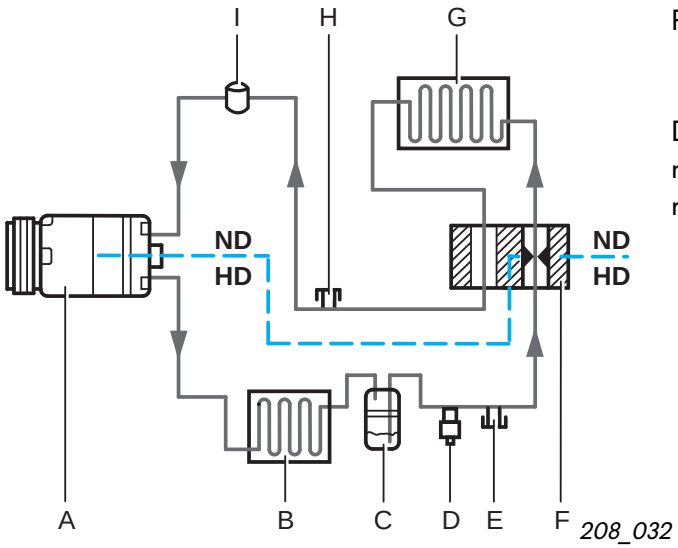
208_074

Le réfrigérant, ayant repris une forme gazeuse, sort de l'évaporateur.
Il est réaspiré par le compresseur et le cycle reprend.
C'est donc la fin du cycle.

Durant cette phase, le réfrigérant est
à nouveau
gazeux
à basse pression
et à basse température.

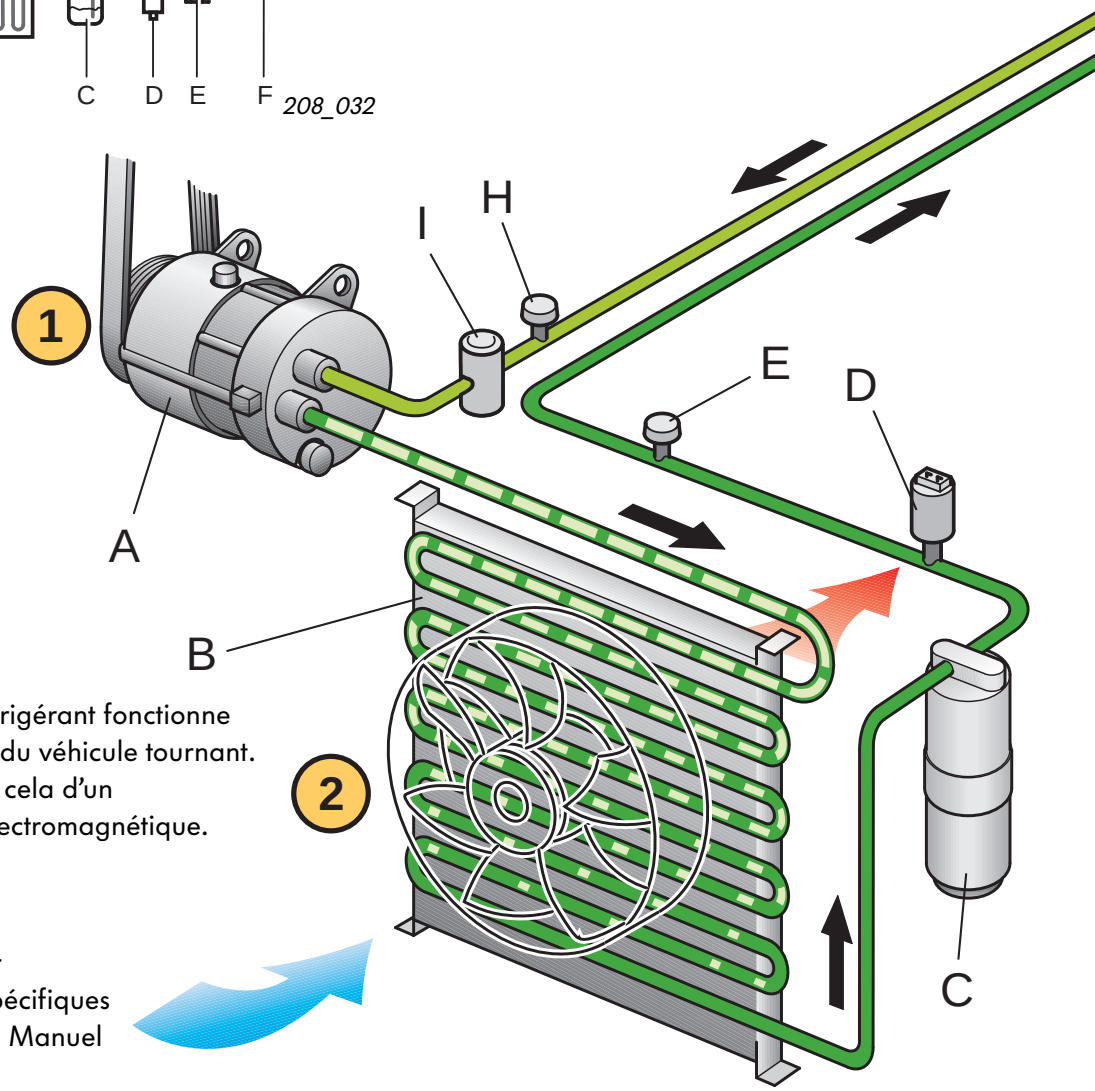
Technique de refroidissement

Circuit de réfrigérant avec clapet de détente



Pression de service HP (HD)= haute pression
BP (ND)= basse pression

Dans les ouvrages techniques, Manuels de réparation par exemple, les composants sont représentés sous forme schématisée.



Le circuit de réfrigérant fonctionne avec le moteur du véhicule tournant. Il est doté pour cela d'un compresseur électromagnétique.

1 MPA = 10 bar
Les valujours spécifiques au véhicule. Cf. Manuel

Pressions et températures dans le circuit (exemple)

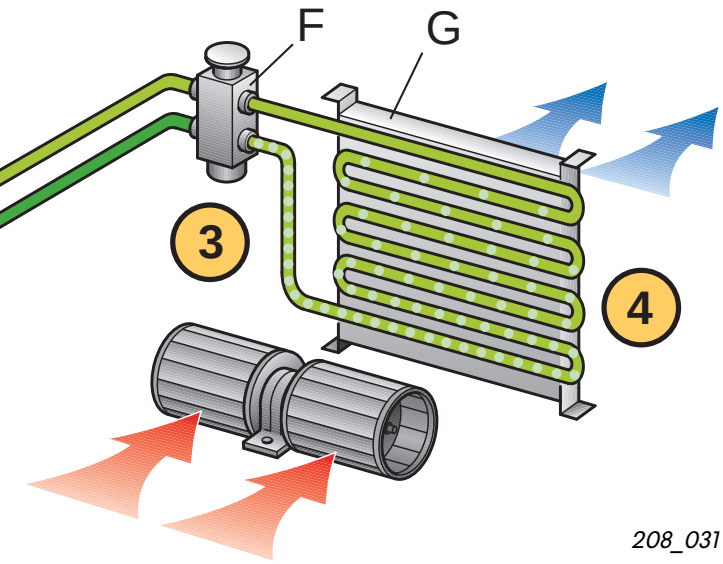
1
Compression
à env. 1,4 MPa (14 bar)
Température env. 65 °C

2
Condensation
Pression env. 1,4 MPa (14 bar)
Refroidissement de 10 °C

Légende

Haute pression

Basse pression



208_031

Composants :

A Compresseur avec coupleur électromagnétique
B Condenseur
C Réservoir de liquide avec déshydrateur
D Contacteur haute pression
E Raccord SAV haute pression
F Clapet de détente
G Evaporateur
H Raccord SAV basse pression
I Amortisseur (spécifique au véhicule)

Pour des raisons de sécurité, le circuit de réfrigérant ne doit pas être ouvert.
Si toutefois des réparations sur le véhicule en requièrent l'ouverture, il faut au préalable vidanger le réfrigérant à l'aide d'un appareil de vidange approprié.

La puissance frigorifique d'un climatiseur automobile est déterminée par les conditions de montage sur le véhicule et la catégorie de véhicule (voiture particulière, utilitaire).

Les composants de A à H existent sur tous les circuits. Suivant la conception et la nécessité, il est possible que l'équipement comporte d'autres raccords SAV, capteurs de température, contacteurs de pression dans les circuits haute et basse pression et vis-bouchons de vidange. La disposition au sein du circuit varie également d'un type de véhicule à l'autre.
Certains systèmes sont dotés, en amont du compresseur, d'un amortisseur servant à réduire les vibrations du réfrigérant.

Les pressions et températures dépendent toujours de l'état de service momentané. Les valeurs données ici ne le sont qu'à titre indicatif. Elles sont établies au bout de 20 minutes pour une température ambiante de 20 °C et un régime-moteur de 1500 à 2000/min.

A 20 °C et moteur arrêté, la pression dans le circuit de réfrigérant est de 0,47 MPa (4,7 bar).

Nous allons ci-dessous étudier les composants du circuit de réfrigérant doté d'un clapet de détente (circuit avec étrangleur, cf. page 28).

3 Détente
d'env. 1,4 MPa (14 bar) à env. 0,12 MPa (1,2 bar)
Température d'environ 55 °C à –7 °C

4 Evaporation
Pression env. 0,12 MPa (1,2 bar)
Température env. –7 °C

1

208_033

Technique de refroidissement

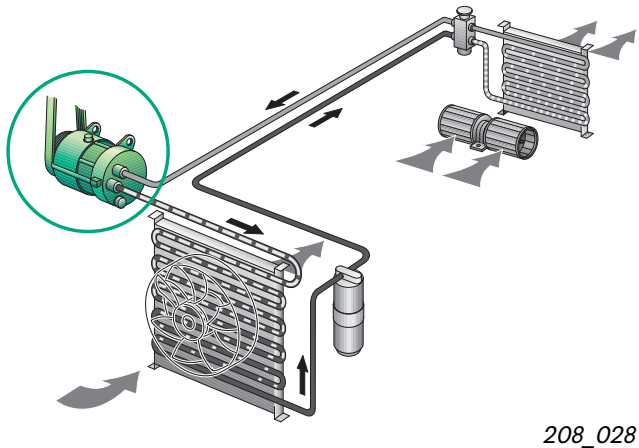
Compresseur

Les compresseurs équipant les systèmes de conditionnement d'air automobiles sont des compresseurs volumétriques lubrifiés.
Ils ne fonctionnent que lorsque le climatiseur est en circuit, cette opération étant commandée par un coupleur électromagnétique.

Le compresseur élève la pression du réfrigérant, dont la température augmente.

Sans cette élévation de pression, une détente ultérieure et donc le refroidissement du réfrigérant dans le climatiseur ne seraient pas possibles.

Pour la lubrification, il est fait appel à une huile frigorigène spéciale dont environ 50 % restent dans le compresseur tandis que le reste circule avec le réfrigérant dans le circuit.
Une soupape de sécurité de surpression, généralement montée sur le compresseur, protège le système en cas de pression excessive.



208_028

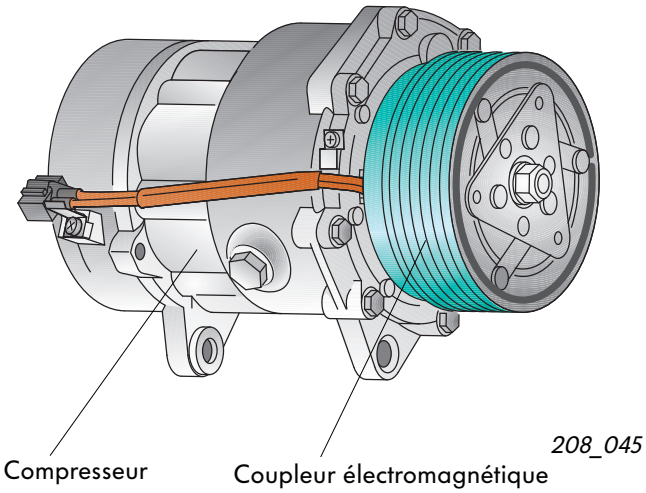
Processus de compression

Le compresseur aspire via l'évaporateur du réfrigérant froid, gazeux et à basse pression.

L'état gazeux est "vital" pour le compresseur, car le réfrigérant liquide ne peut pas être comprimé et détruirait le compresseur (à la façon d'un coup de bélier sur le moteur).

Le compresseur comprime le réfrigérant et le refoule sous forme de gaz chaud en direction du condenseur (côté haute pression du circuit de réfrigérant).

Le compresseur constitue ainsi l'interface entre les côtés basse et haute pression du circuit de réfrigérant.



208_045

Fonctionnement du compresseur

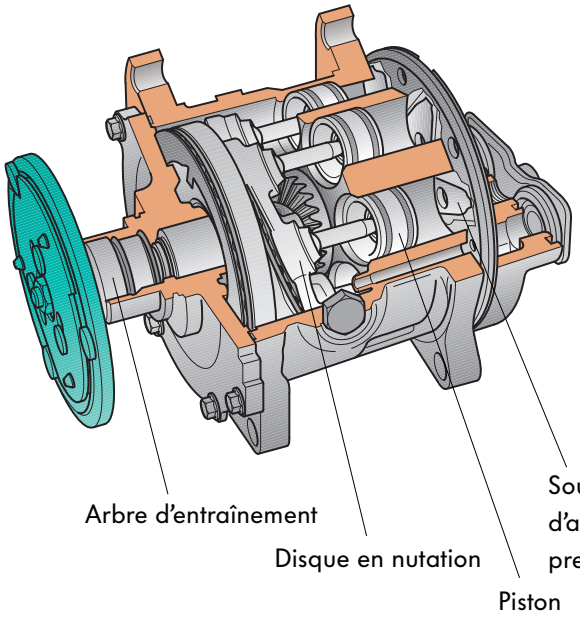
Les compresseurs des climatiseurs fonctionnent selon différents principes :

- compresseur à piston
- compresseur spiral
- compresseur à palettes
- compresseur à disque en nutation

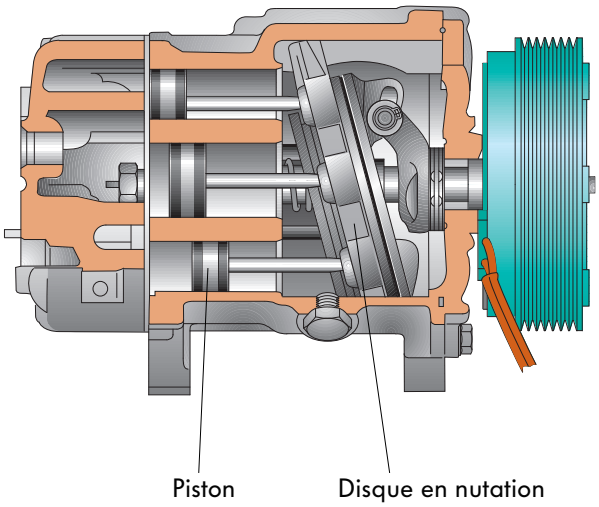
Nous traiterons ici le compresseur à disque en nutation.

Le mouvement rotatif de l'arbre d'entraînement est converti par le disque en nutation en un mouvement axial = course des pistons.
Suivant le type, il peut s'agir de 3 à 10 pistons centrés autour de l'arbre d'entraînement. A chaque piston est assigné une soupape d'admission/de pression.
Ces dernières s'ouvrent/se ferment automatiquement selon la cadence de fonctionnement.
Le climatiseur est conçu pour le régime maximum du compresseur.
La puissance du compresseur dépend à son tour du régime-moteur.
Des différences de régime du compresseur de 0 à 6000/min peuvent alors se produire.
Cela influe sur le remplissage de l'évaporateur et donc la puissance frigorifique du climatiseur.
En vue d'une adaptation aux différents régimes du moteur, à la température ambiante ou aux températures à l'intérieur de l'habitacle sélectionnées par le conducteur - au besoin de réfrigération donc -, on a mis au point des compresseurs à régulation de puissance à volume variable.
Cette variation du volume s'effectue par modification de l'angle du disque en nutation.

Sur le compresseur à volume constant, l'adaptation au besoin frigorifique est réalisée par mise en et hors circuit périodique à l'aide du coupleur électromagnétique.



Compresseur à disque en nutation - sans autorégulation
Angle du disque en nutation constant
Volume constant



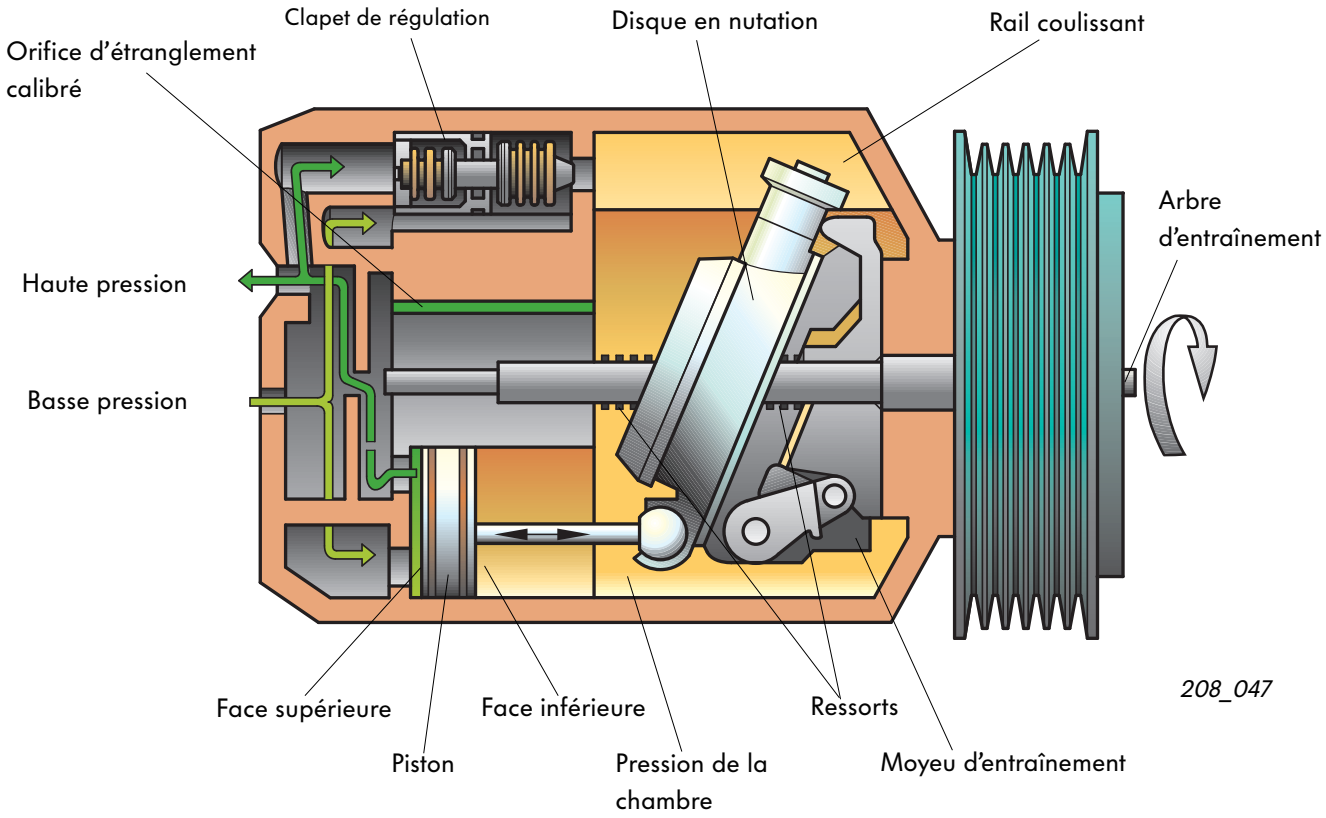
Compresseur à disque en nutation - à autorégulation
Angle du disque en nutation variable
Volume variable

Technique de refroidissement

Le compresseur à autorégulation fonctionne en permanence lorsque le climatiseur est en service

Plage de régulation du compresseur

➡ Toutes les positions de régulation entre la butée supérieure (100 %) et la butée inférieure (env. 5 %) sont adaptées par la variation de pression dans la chambre au débit requis.
Le compresseur tourne toujours durant la régulation !



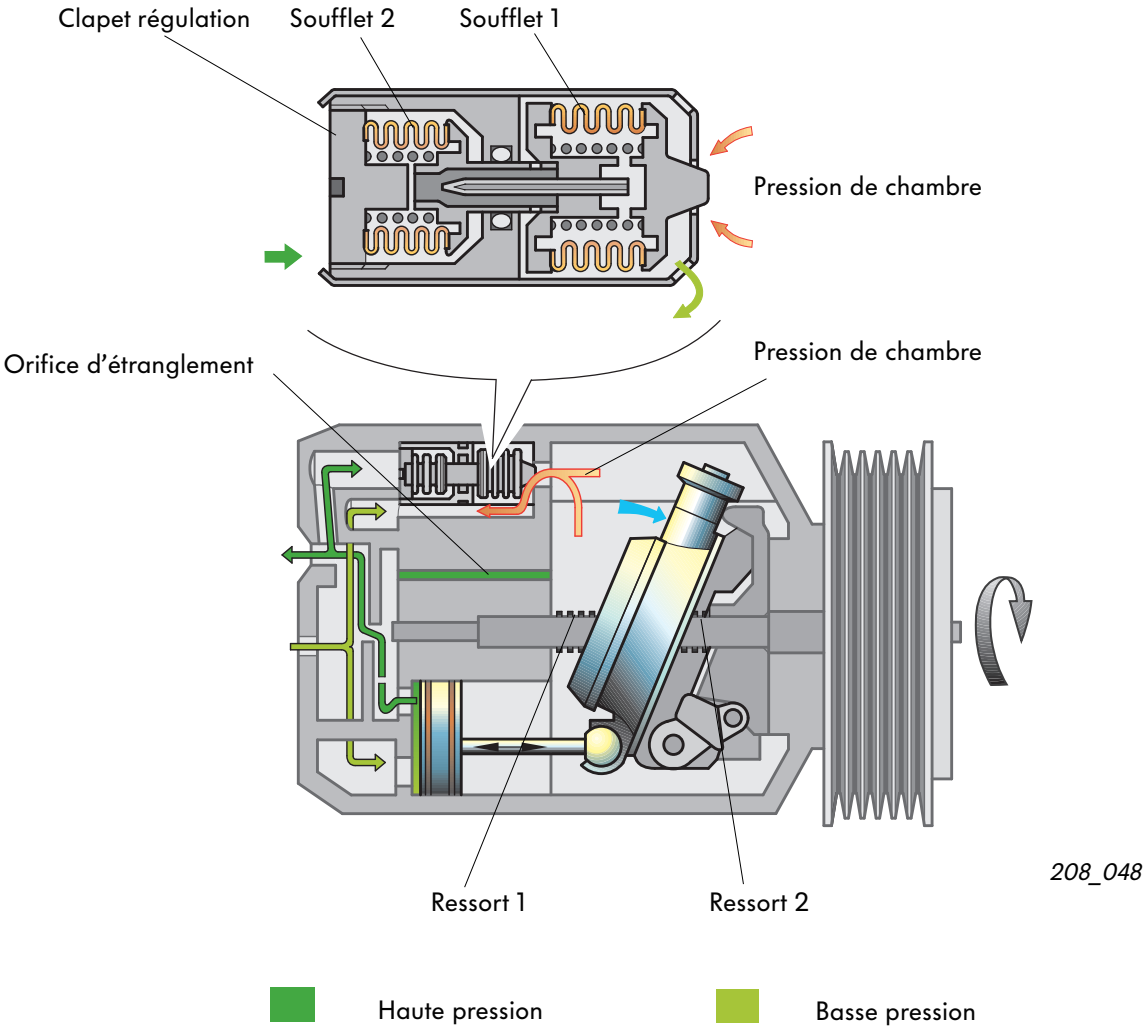
Le mouvement rotatif de l'arbre d'entraînement est transmis au moyeu d'entraînement et converti par le disque en nutation en un mouvement axial des pistons.
Le disque en nutation est guidé dans le sens longitudinal dans un rail coulissant.

La course des pistons et donc le débit sont déterminés par la position oblique variable du disque en nutation.

Position oblique – dépend de la pression dans la chambre et donc des conditions de pression au niveau des faces supérieure et inférieure du piston.
Elle est supportée par des ressorts devant et derrière le disque en nutation.

Pression dans la chambre – est déterminée par la haute et basse pression appliquée au niveau du clapet de régulation ainsi que par l'orifice d'étranglement calibré.
Lorsque le climatiseur est hors circuit, haute pression, basse pression et pression dans la chambre sont identiques.
Les ressorts situés devant et derrière le disque en nutation règlent ce dernier à un débit d'environ 40%.
Un effet secondaire agréable de la régulation de puissance :
L'à-coup de mise en circuit du compresseur, que l'on ressent souvent comme une secousse durant la marche ne se produit pas ici.

Débit important pour une puissance frigorifique élevée - faible pression dans la chambre



Haute et basse pression relativement élevées.

– Soufflet 2 comprimé par la haute pression.

– Soufflet 1 également comprimé par la basse pression relativement élevée.

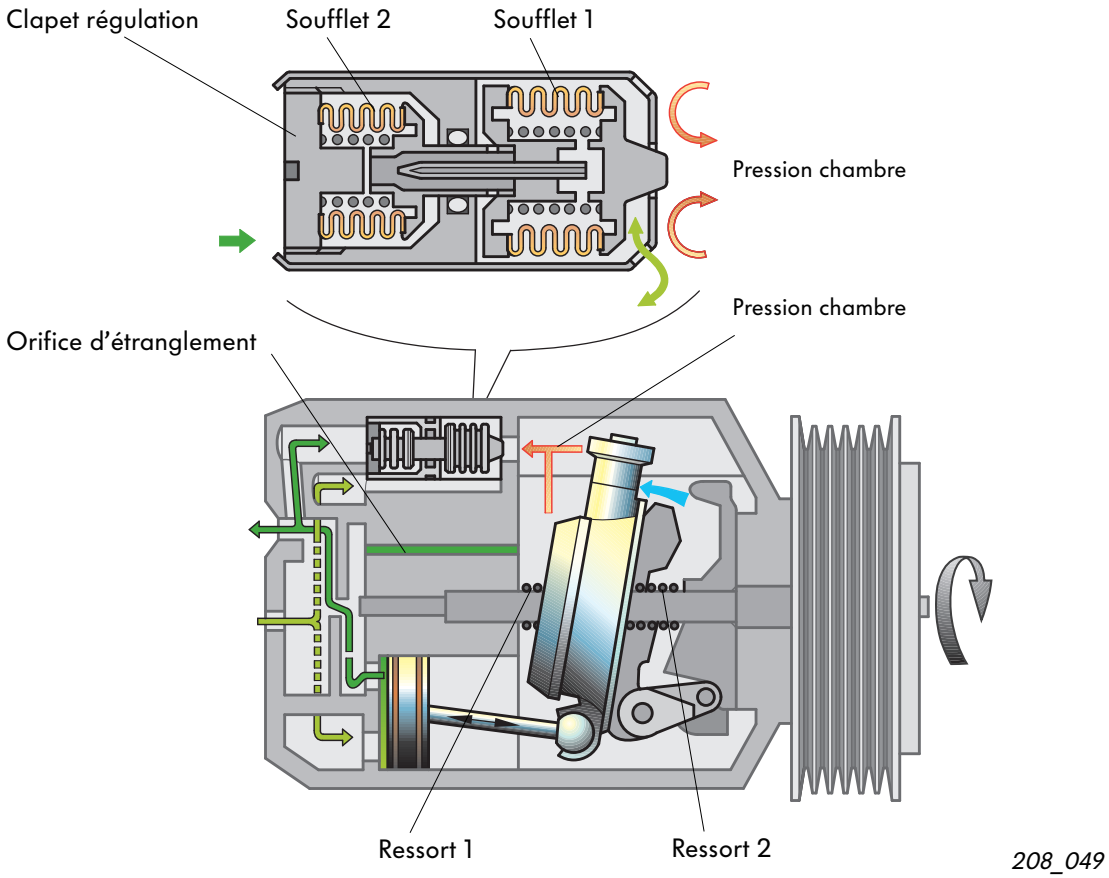
– Le clapet de régulation s'ouvre. La pression de la chambre est éliminée par le côté basse pression.

– La force combinée de la basse pression sur les faces supérieures des pistons et de la force du ressort 1 dépasse la force combinée de la pression de la chambre sur les faces inférieures des pistons et de la force du ressort 2.

➡ La position oblique du disque en nutation augmente
= course importante et débit élevé

Technique de refroidissement

Faible débit et puissance frigorifique réduite - pression élevée dans la chambre



Haute et basse pression relativement faibles.

– Le soufflet 2 se détend.

– Le soufflet 1 se détend également du fait de la basse pression relativement faible.

– Le clapet de régulation se ferme.
Le côté basse pression est fermé par rapport à la pression de la chambre.

– La pression de la chambre augmente via l'orifice d'étranglement calibré.

– La force combinée de la basse pression sur la face supérieure du piston et de la force du ressort 1 devient plus faible que la force combinée de la pression de la chambre sur les faces inférieures de piston et de la force du ressort 2.

➡ La position oblique du disque en nutation diminue
= faible course et faible débit.

Coupleur électromagnétique

Le coupleur électromagnétique établit la liaison de l'entraînement entre le compresseur et le moteur du véhicule à moteur tournant.

Constitution

Le coupleur se compose de

- Poulie avec palier
- Plaque-ressort avec moyeu
- Bobine électromagnétique

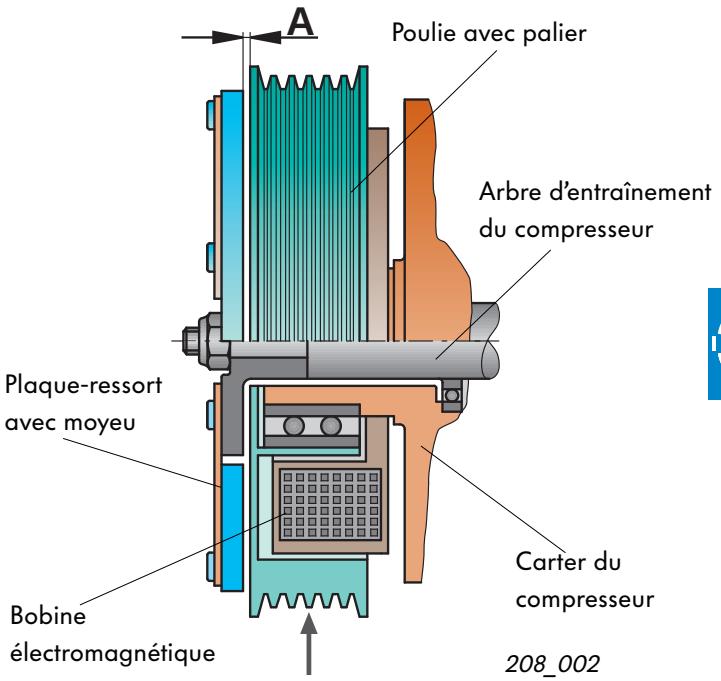
Le moyeu de la plaque-ressort est monté de manière fixe sur l'arbre d'entraînement du compresseur. La poulie est fixée sur le carter du compresseur, en sortie de l'arbre, et peut tourner. La bobine électromagnétique est solidaire du carter du compresseur. Il existe un interstice "A" entre plaque-ressort et poulie.

Fonctionnement

Le moteur du véhicule entraîne la poulie (flèche) via la courroie trapézoïdale à nervures.
Elle est également entraînée avec le compresseur hors circuit.

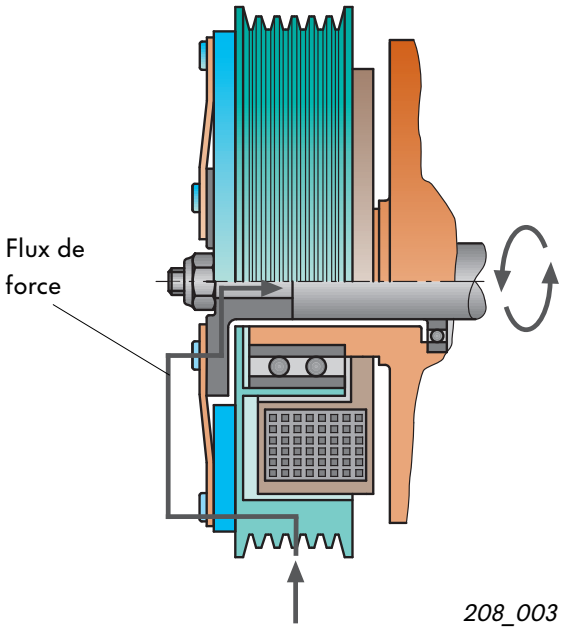
Lorsque le compresseur est mis à son tour en circuit, il y a application d'une tension au niveau de la bobine électromagnétique. Un champ de force est créé. Ce dernier attire la plaque-ressort sur la poulie en rotation (l'interstice "A" est comblé) et établit une liaison d'adhérence entre poulie et arbre d'entraînement du compresseur.
Le compresseur est lui aussi entraîné.
Il tourne jusqu'à ce que le circuit électrique allant à la bobine magnétique soit interrompu.
La plaque-ressort est alors écartée de la poulie par des ressorts.
La poulie tourne maintenant sans entraîner l'arbre du compresseur.

Schéma - coupleur hors circuit



208_002

Schéma - coupleur en circuit



208_003

Pour les conditions de mise en et hors circuit du compresseur – Cf. régulation du fonctionnement d'un climatiseur.

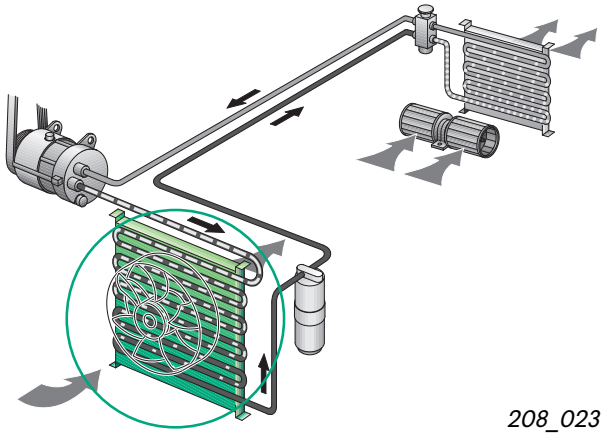
Technique de refroidissement

Condenseur

Le condenseur constitue le “radiateur” du climatiseur.

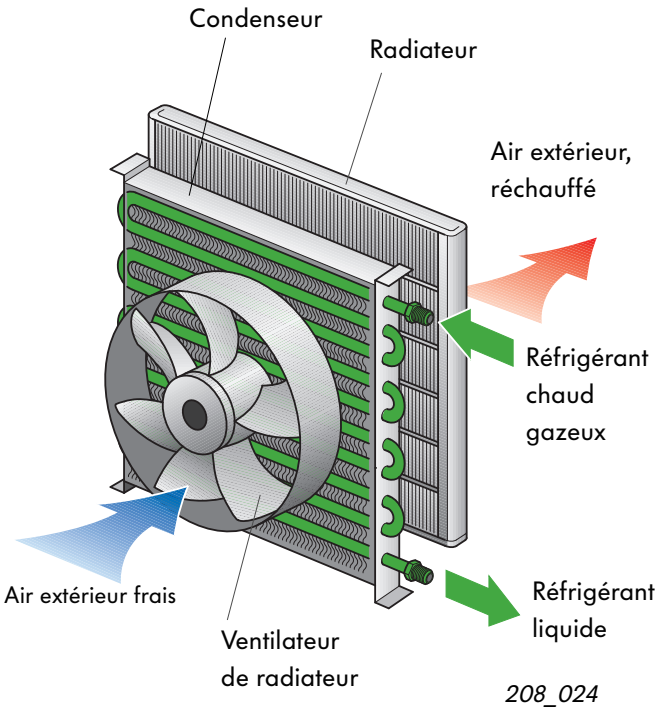
Constitution du condenseur

Il est constitué d’un tube en forme de serpentin et garni de lamelles. Cela permet d’obtenir une surface de refroidissement importante et une bonne transition de chaleur.
Le condenseur est, après mise en circuit du climatiseur, refroidi par le ventilateur de radiateur en vue d’assurer la circulation dans le circuit de réfrigérant. Il est toujours monté en amont du radiateur.
Cela permet d’augmenter le rendement du condenseur.



208_023

L’échange de chaleur dans le condenseur s’effectue par refroidissement de l’air. Le refroidissement est obtenu par le vent dû à la marche du véhicule et le ventilateur du radiateur – ainsi que, suivant la version, par un ventilateur supplémentaire. Le ventilateur se met généralement à tourner lorsque l’on met le climatiseur en circuit. L’action du contacteur de pression G65 constitue une exception ; dans ce cas, la mise en circuit est temporisée et a lieu selon une pression donnée.
Des impuretés au niveau du condenseur réduisent le débit d’air, ce qui peut avoir des influences néfastes sur le pouvoir réfrigérant comme sur le refroidissement du moteur.



208_024

Fonctionnement

Du réfrigérant chaud sous forme gazeuse, à une température se situant entre 50 et 70 °C, rentre par le haut du condenseur.
Les tubes et ailettes du condenseur absorbent la chaleur. De l’air extérieur frais est dirigé au-dessus du condenseur, il absorbe la chaleur et le réfrigérant gazeux est refroidi.
Lors du refroidissement, le réfrigérant se condense à une température donnée et passe à l’état liquide. Il s’écoule sous forme liquide par le bas du condenseur.

La fonction du condenseur est de “liquéfier” le réfrigérant.

Réservoir de liquide et déshydrateur

Le réservoir de liquide sert, dans le circuit de réfrigérant équipé d'un clapet de détente, de vase d'expansion et de réservoir de réfrigérant.

En cas de conditions de services différentes telles que sollicitation due à la chaleur au niveau de l'évaporateur et du condenseur, régime du compresseur, la quantité de réfrigérant pompée dans le circuit varie.

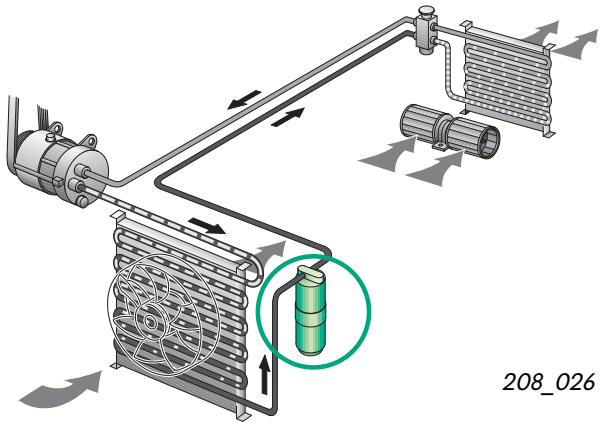
Le réservoir de liquide est incorporé dans le circuit en vue de compenser ces variations.

Le déshydrateur se charge de la liaison chimique de l'humidité qui a pénétré dans le circuit de réfrigérant durant le montage.
Suivant la version, il peut absorber de 6 à 12 g d'eau. La quantité absorbée dépend de la température. Elle augmente lorsque la température baisse. Les particules métalliques provenant du compresseur, des impuretés venant du montage et autres s'y déposent également.

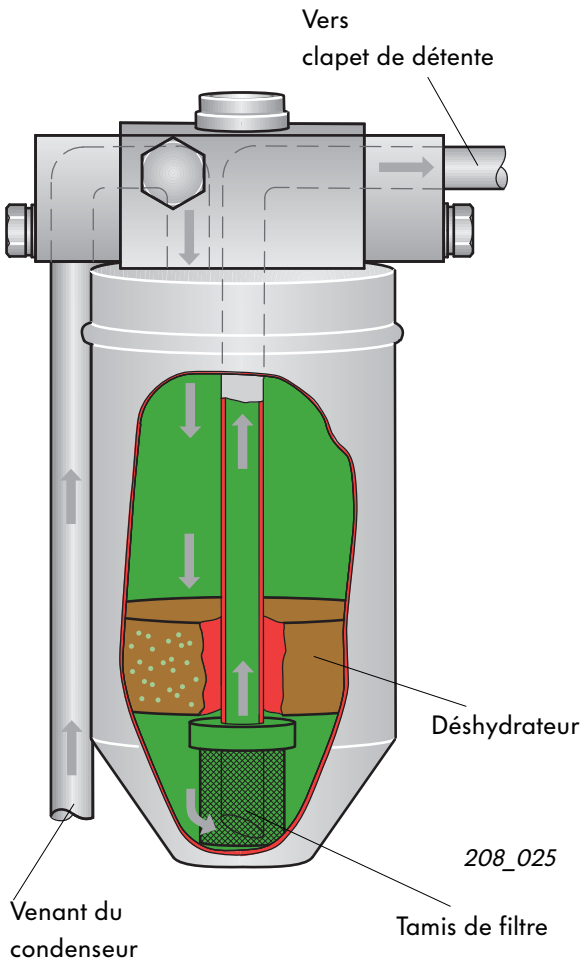
Fonctionnement

Le réfrigérant liquide en provenance du condenseur pénètre latéralement dans le réservoir. Il y est collecté, traverse le déshydrateur et s'écoule en passant par le tube montant en un flux continu, sans interruption et exempt de bulles, en direction du clapet de détente.

Le réservoir de liquide doit être remplacé à chaque fois que l'on ouvre le circuit de réfrigérant.
Il faut, avant repose, le maintenir fermé aussi longtemps que possible pour que l'absorption de l'humidité de l'air ambiant par le déshydrateur reste aussi faible que possible.



208_026



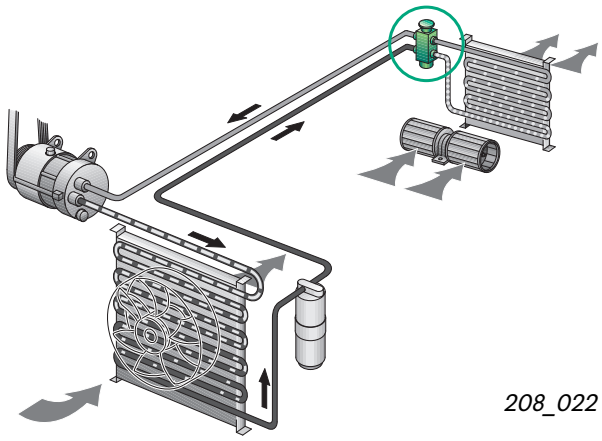
208_025

Clapet de détente

Le clapet de détente est l'endroit où le réfrigérant se détend dans l'évaporateur et refroidit ce dernier. Il constitue la séparation entre côté haute pression et côté basse pression dans le circuit de réfrigérant.

Le clapet de détente permet de réguler le flux de réfrigérant dans l'évaporateur – en fonction de la température de la vapeur de réfrigérant à la sortie de l'évaporateur.

Dans l'évaporateur, la détente du réfrigérant n'a lieu que pour la quantité nécessaire au maintien d'un "climat froid" homogène dans l'évaporateur.



208_022

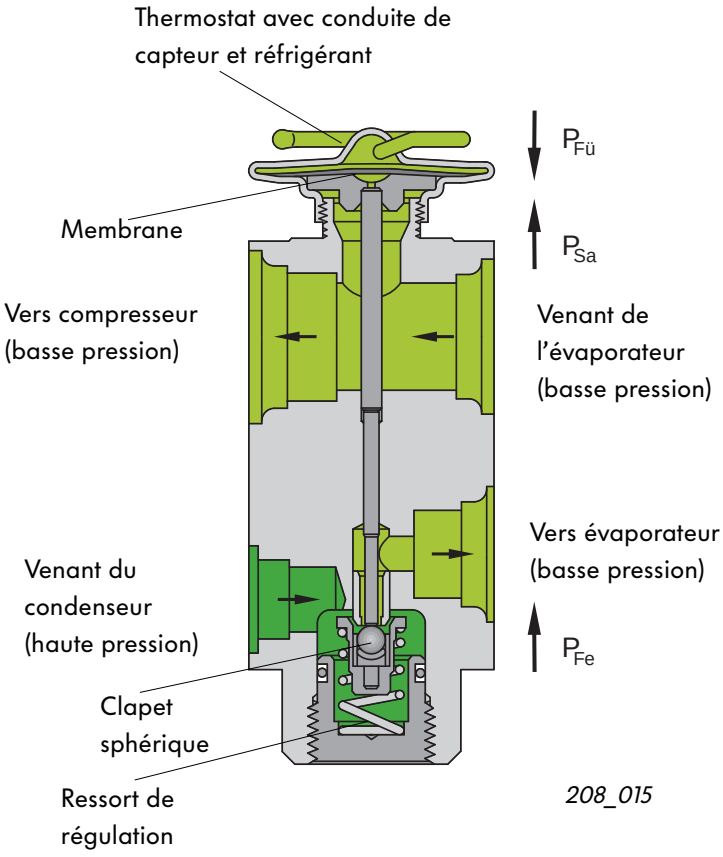
Régulation

Le flux de réfrigérant est commandé par le clapet de détente en fonction de la température.

- Si la température du réfrigérant quittant l'évaporateur augmente, le réfrigérant se dilate dans le thermostat. Le passage de réfrigérant au niveau du clapet sphérique, en direction de l'évaporateur, augmente.
- Si la température du réfrigérant quittant l'évaporateur baisse, le volume de réfrigérant dans le thermostat diminue. Le passage de réfrigérant en direction de l'évaporateur au niveau du clapet sphérique est réduit.

Le clapet de détente thermostatique exploite l'interaction de 3 forces :

1. La pression dans le câble du capteur dépend de la température du réfrigérant fortement réchauffé. Elle joue le rôle de force d'ouverture ($P_{Fü}$) agissant sur la membrane.
2. La pression de l'évaporateur (P_{Sa}) agit dans le sens contraire sur la membrane.
3. La pression du ressort de régulation (P_{Fe}) agit dans le même sens que la pression de l'évaporateur.

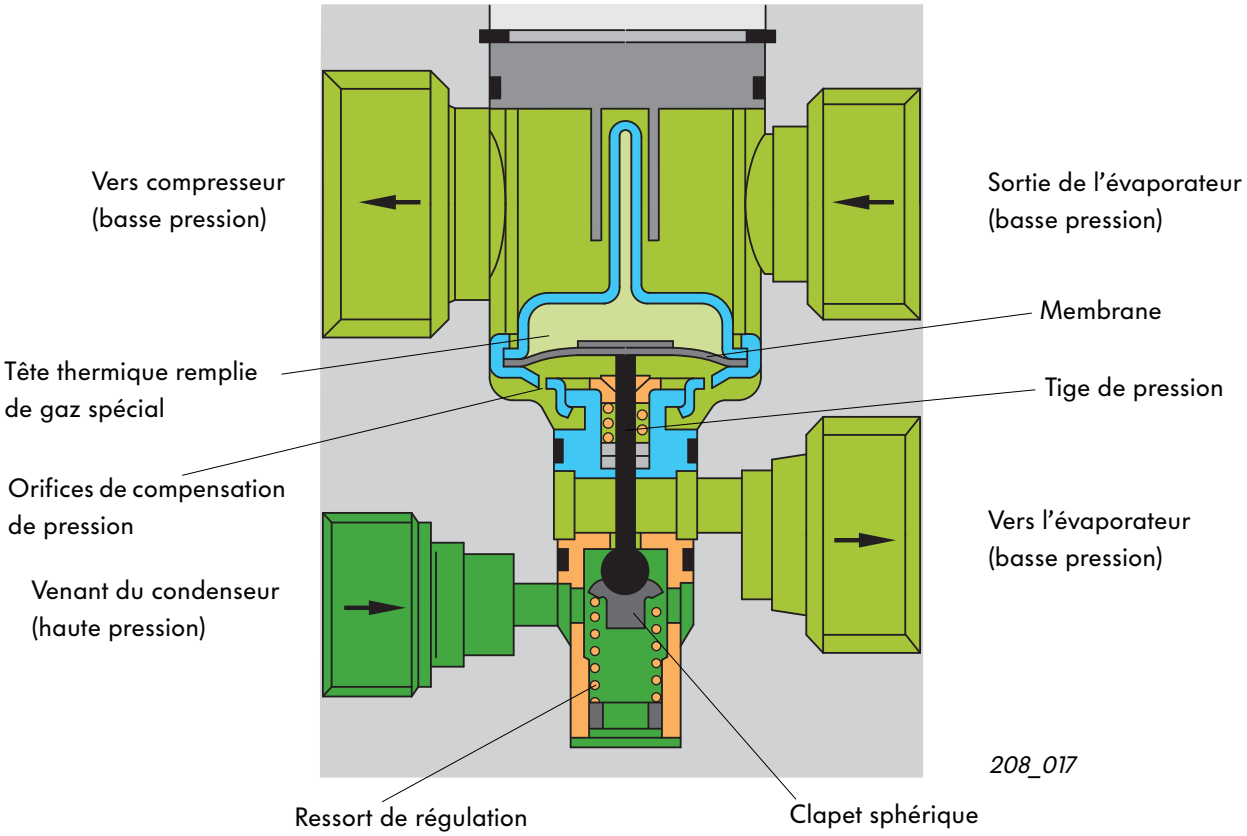


208_015

Les clapets de détente sont réglés et ne doivent pas être modifiés.
Ne pas plier la conduite de capteur, remplie d'un gaz spécial.

Clapet de détente – nouvelle génération

Il est également monté entre les côtés haute et basse pression du circuit de réfrigérant, directement en amont de l'évaporateur.



La commande du clapet de détente est assurée thermiquement. Il dispose d'une unité de régulation avec tête thermique et clapet sphérique.
Dans la tête thermique, un côté de la membrane est rempli d'un gaz spécial. L'autre côté est relié par des orifices de compensation de pression à la sortie de l'évaporateur (basse pression).
Le clapet sphérique est actionné par une tige de pression.
La température côté basse pression détermine la pression du gaz spécial et donc la quantité de réfrigérant vaporisée.

Le clapet de détente est toujours monté avec une isolation thermique.

L'absence d'isolation thermique au niveau du clapet provoque une variation de la caractéristique de réglage définie.

Technique de refroidissement

Par augmentation de la sollicitation de refroidissement - température plus élevée au niveau de la sortie de l'évaporateur

d'où

augmentation de pression (p_a) du gaz contenu dans la tête thermique

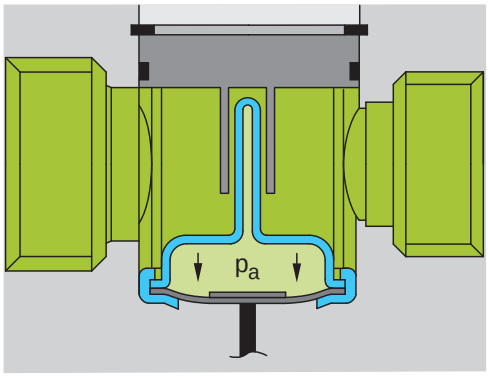
La section du clapet sphérique se trouve augmentée par la membrane et la tige de pression.

Du réfrigérant s'écoule en direction de l'évaporateur et absorbe de la chaleur lors de la transition entre haute-basse pression

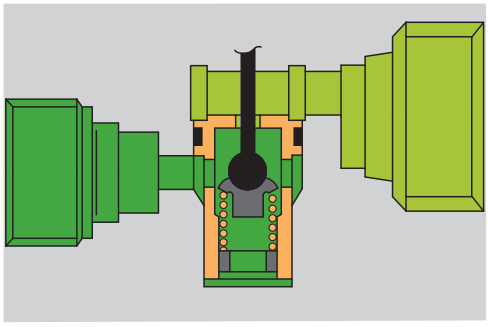
Il y a absorption de la chaleur de l'air traversant l'évaporateur.

Si la température du réfrigérant en sortie de l'évaporateur baisse, le débit en direction de l'évaporateur est à nouveau réduit.

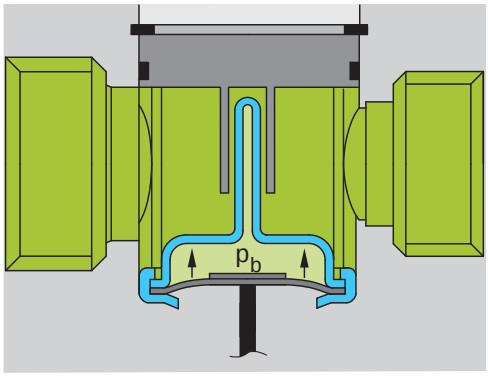
La section du clapet sphérique et donc le débit allant à l'évaporateur sont réduits à nouveau.



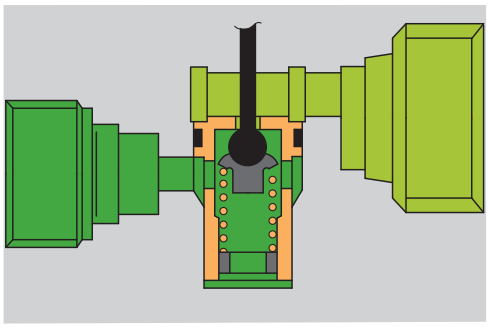
208_018



208_019



208_020



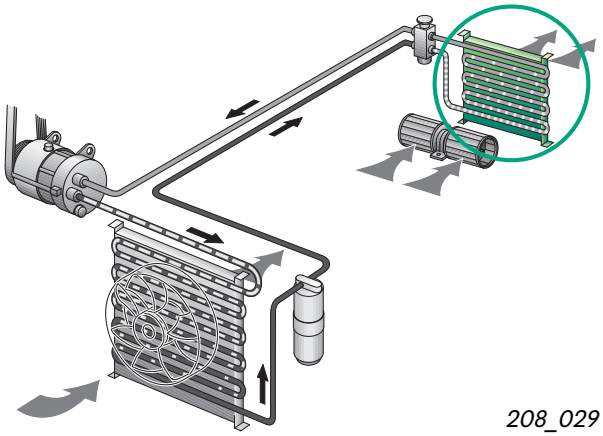
208_021

Le rapport entre les ouvertures du clapet est fonction de la température au niveau de la sortie de l'évaporateur (basse pression).
La compensation de pression est régulée.

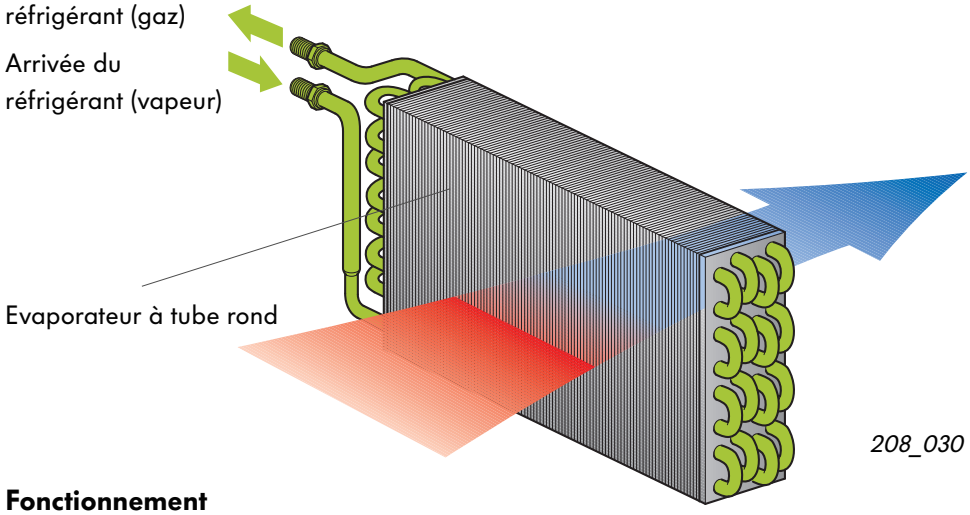
Evaporateur

L'évaporateur fonctionne selon le principe d'un échangeur de chaleur.

Il fait partie du système de climatisation monté dans le caisson d'eau. Lorsque le climatiseur est en circuit, la chaleur de l'air circulant entre les ailettes de l'évaporateur froid est absorbée. Cet air est alors refroidi, séché et nettoyé.



208_029



208_030

Fonctionnement

Le réfrigérant libéré par le clapet de détente est détendu dans l'évaporateur, qui se refroidit alors fortement.

Il est transformé en gaz par ébullition.

Lors de l'ébullition dans l'évaporateur, les températures sont nettement inférieures au point de congélation de l'eau.

Le réfrigérant prélève dans son environnement la chaleur nécessaire à l'évaporation – dans l'air traversant l'évaporateur.

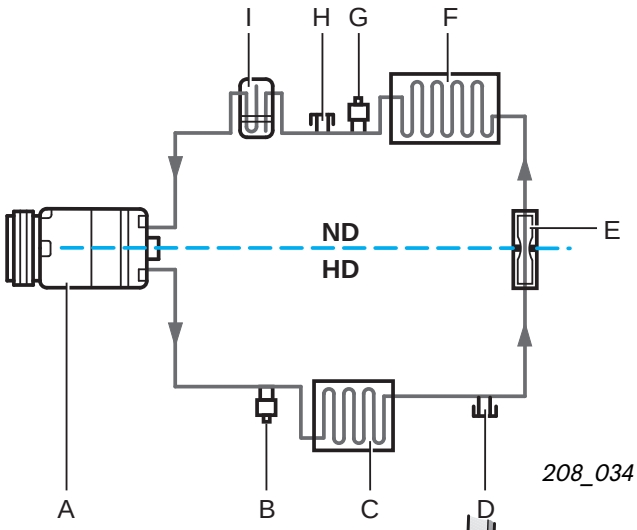
Cet air "refroidi" est acheminé dans l'habitacle.

L'humidité de l'air refroidi se dépose dans l'évaporateur aux endroits où la température est inférieure au point de rosée, ce qui revient à dire qu'il se condense. De l'eau de condensation est produite.
L'air est "séché".
Le climat dans l'habitacle s'en trouve optimisé et l'on obtient rapidement un air sain.
Les particules en suspension contenues dans l'air se déposent elles aussi avec l'humidité sur l'évaporateur.
L'évaporateur "épure" aussi l'air.

Des flaques d'eau éventuelles sous un véhicule en stationnement (eau de condensation) ne sont donc pas l'indice d'une anomalie.

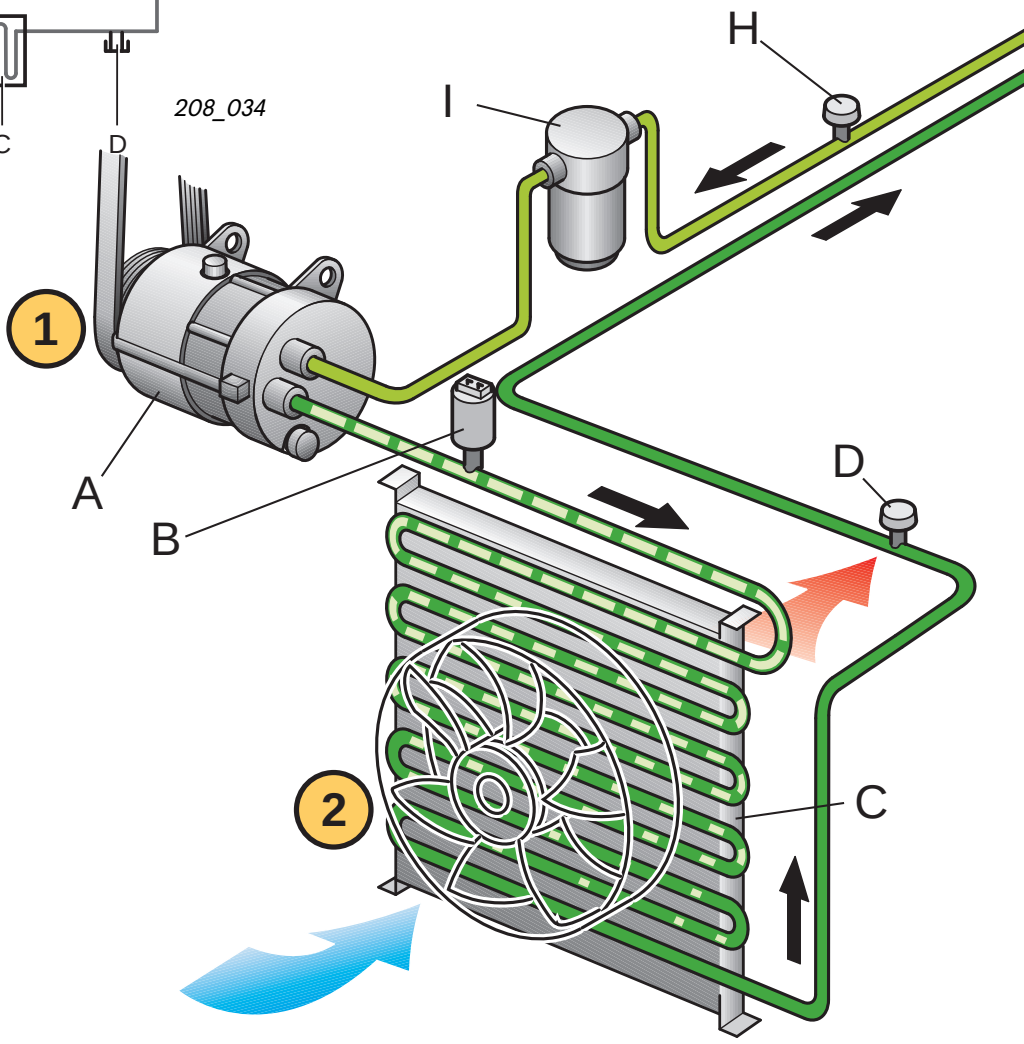
Technique de refroidissement

Circuit de réfrigérant avec étrangleur



Pression de service HP (HD) = haute pression
BP (ND) = basse pression

Représentation schématique d'un circuit de réfrigérant avec étrangleur



1 MPa = 10 bar

Pressions et températures dans le circuit

1

Compression
Pression jusqu'à 2 MPa (20 bar)
Température jusqu'à 70 °C

2

Condensation
Pression jusqu'à 2 MPa (20 bar)
Refroidissement d'env. 10 °C

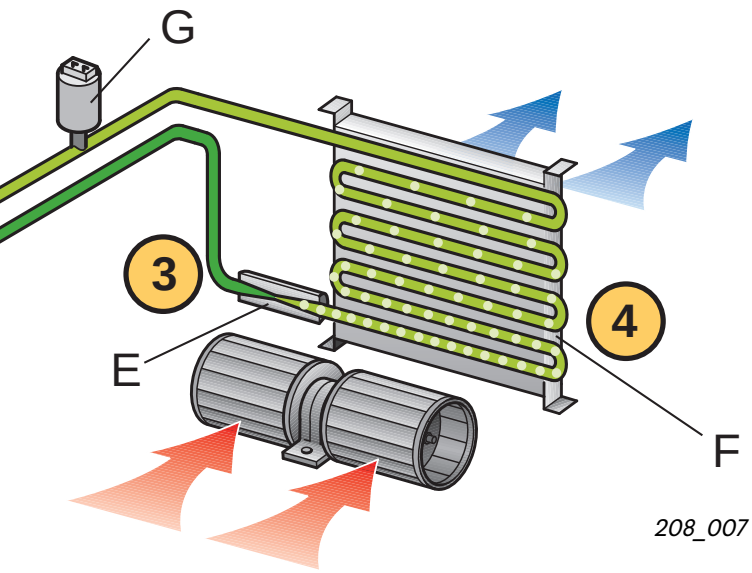
Légende

haute pression

basse pression

Composants :

A Compresseur avec coupleur électromagnétique
B Contacteur de basse pression
C Condenseur
D Raccord SAV haute pression
E Etrangleur
F Evaporateur
G Contacteur basse pression
H Raccord SAV basse pression
I Collecteur



208_007

La vaporisation du réfrigérant liquide dans l'évaporateur est assurée, à la différence du circuit avec clapet de détente, par un étrangleur.

Sur les climatiseurs à régulation par étrangleur, un collecteur est monté côté basse pression à la place du réservoir de liquide côté haute pression.

Il sert de réservoir et de protection pour le compresseur (coup de bélier). Cf. page 31.

Tous les autres composants sont identiques à ceux du circuit avec clapet de détente.

Suivant la conception et la nécessité, d'autres raccords SAV ou capteurs remplissant des fonctions de surveillance peuvent être incorporés dans le circuit.

Les pressions et températures dépendent de l'état de marche momentané. Les valeurs indiquées s'établissent suivant la température extérieure après une période donnée (cf. Manuel de réparation).

3 4 1

208_033

Détente
de 2 MPa (20 bar) à > 0,15 MPa (1,5 bar)
Température de 60 °C à > –4 °C

Evaporation
Pression jusqu'à > 0,15 MPa (1,5 bar)
Température > –4 °C

Technique de refroidissement

Etrangleur

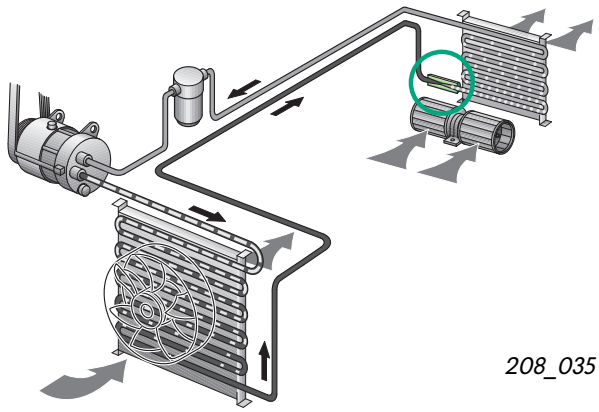
L'étrangleur est un rétrécissement dans le circuit de refroidissement, directement en amont de l'évaporateur. Ce rétrécissement "étrangle" le débit de réfrigérant.

En amont de l'étrangleur, le réfrigérant à pression élevée est chaud.

Lors du passage par l'étrangleur, il se produit une chute rapide de pression.

Le réfrigérant devient froid à faible pression.

L'étrangleur constitue ainsi la "séparation" entre côtés haute et basse pression dans le circuit de réfrigérant. Un étanchement garantit que le réfrigérant ne traverse l'étrangleur qu'au niveau du rétrécissement.

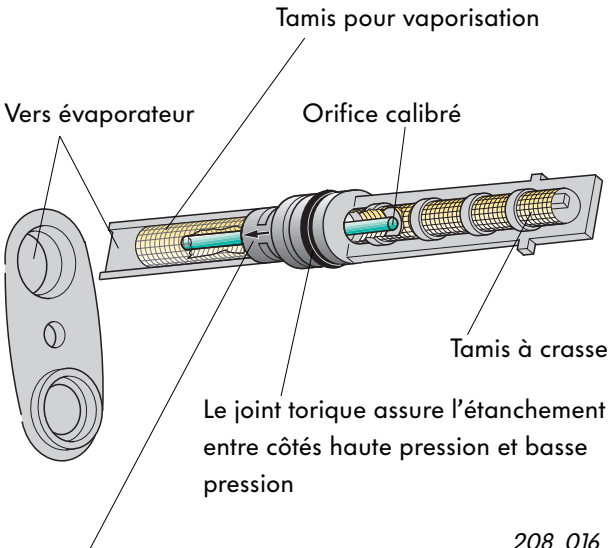


208_035

Objectifs

- Détermination du débit de réfrigérant. Cela est assuré par l'alésage calibré. Une quantité de réfrigérant correspondant à la pression peut le traverser.
- Maintien de la pression avec le compresseur tournant côté haute pression du circuit de réfrigérant et donc de l'état liquide du réfrigérant.
- Une chute de pression se produit dans l'étrangleur. En raison d'une évaporation partielle du réfrigérant, un refroidissement a lieu avant l'entrée dans l'évaporateur.
- Vaporisation du réfrigérant.

L'étrangleur est équipé, avant le rétrécissement, d'un tamis anti-encrassement.
En aval du rétrécissement, il y a un tamis pour vaporisation du réfrigérant avant qu'il n'arrive dans l'évaporateur.


Tamis pour vaporisation
Vers évaporateur
Orifice calibré
Tamis à crasse
Le joint torique assure l'étanchement entre côtés haute pression et basse pression

208_016

Tenir compte de la position de montage ! La flèche sur l'étrangleur est orientée vers l'évaporateur.

Collecteur

Sur les climatiseurs avec étrangleur, le collecteur est logé côté basse pression. Il est installé en un endroit chaud du moteur (post-évaporation).

Il sert de vase d'expansion et de réservoir pour le réfrigérant et l'huile frigorigène ainsi que de protection pour le compresseur.

Le réfrigérant gazeux venant de l'évaporateur pénètre dans le réservoir. Si des traces d'humidité se trouvent dans le réfrigérant, elles sont liées dans le déshydrateur intégré.

Le gaz réfrigérant se rassemble en haut, dans la zone du capuchon plastique et est aspiré via le tube en U par le compresseur sous une forme gazeuse garantie.

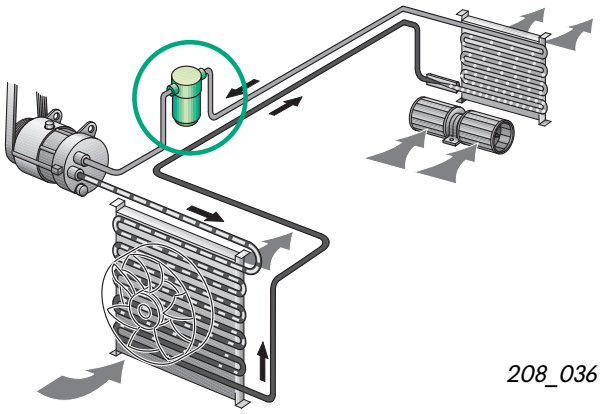
Ce système permet ainsi d'être sûr que seul du réfrigérant gazeux et pas de gouttelettes de liquide est aspiré par le compresseur ; la protection du compresseur est assurée.

L'huile frigorigène s'accumule dans le fond du collecteur.

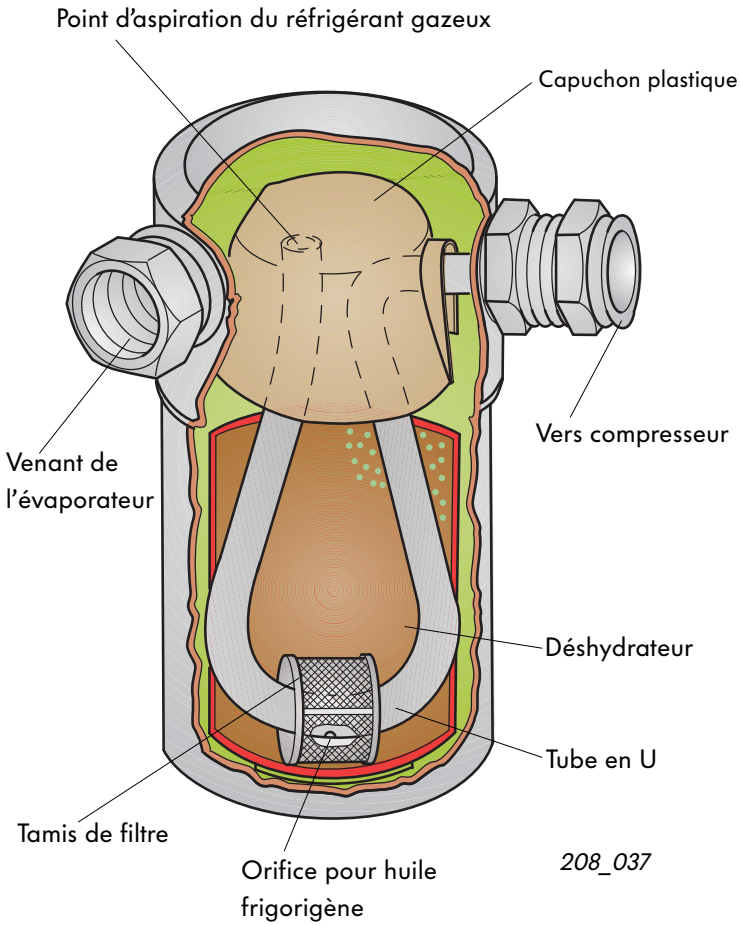
Le gaz réfrigérant aspiré par le compresseur absorbe de l'huile frigorigène par un orifice pratiqué dans le tube en U.

Un tamis de filtre évite que de l'huile frigorigène chargée d'impuretés ne puisse pénétrer par l'orifice.

Il faut, avant sa repose, maintenir le collecteur fermé aussi longtemps que possible (obturateurs sur les raccords) de façon à réduire l'absorption de l'humidité de l'air ambiant par le déshydrateur.

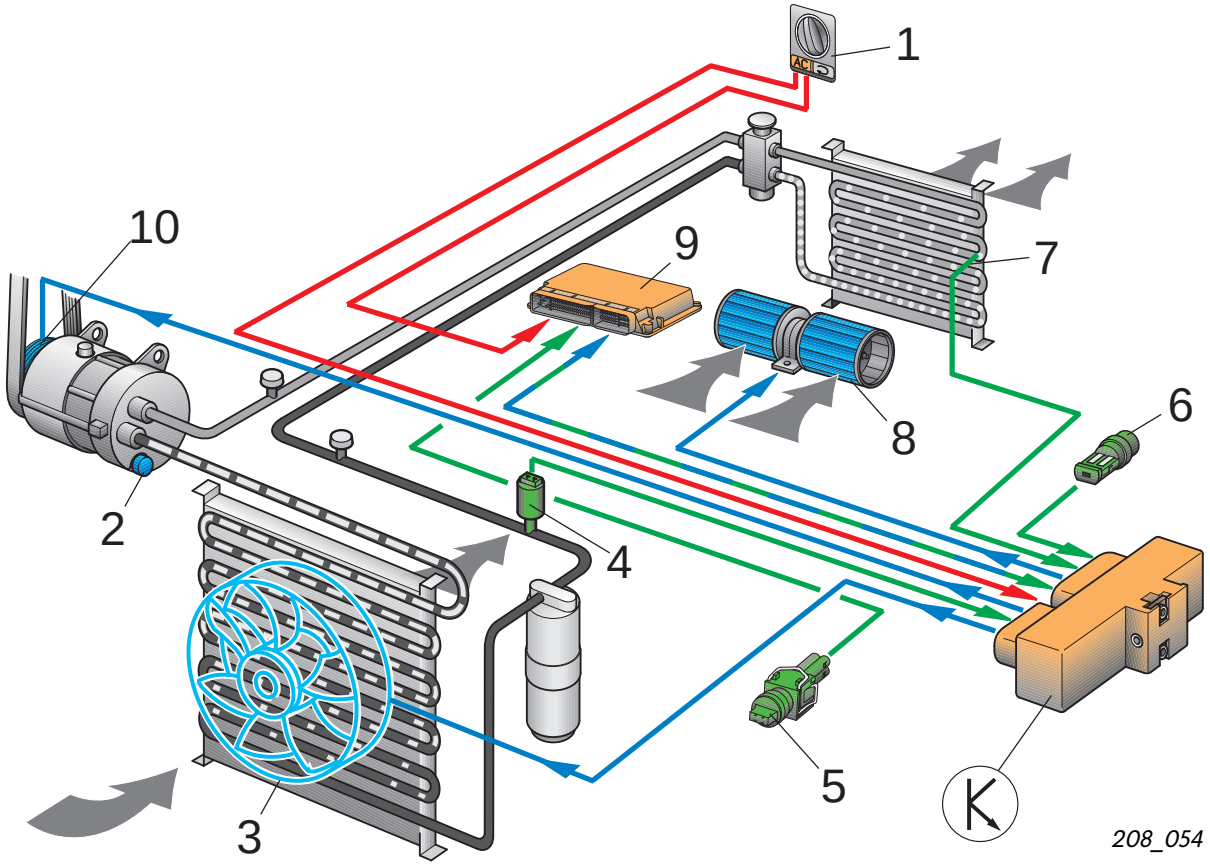


208_036



208_037

Régulation du système

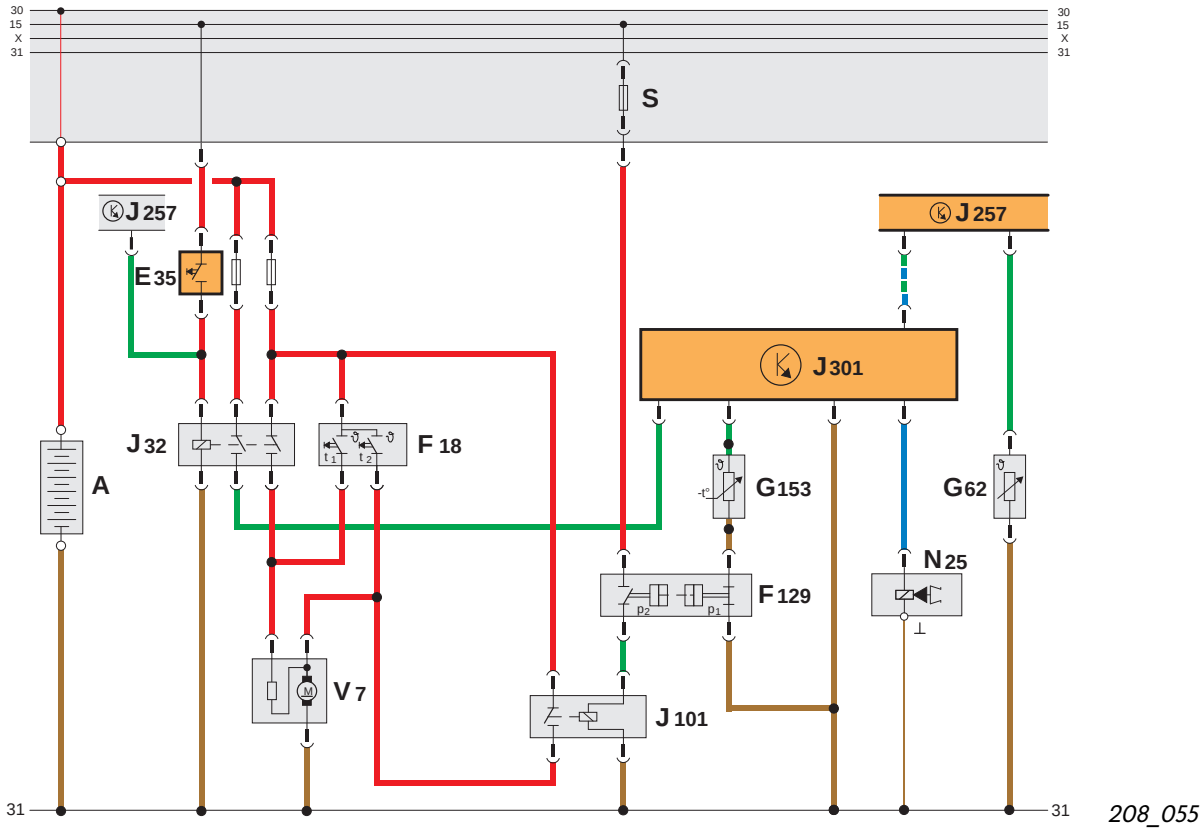


Un climatiseur ne fonctionne que si tous les composants du système fonctionnent correctement. En cas de défaillance d'un composant, les pressions de fonctionnement peuvent se trouver modifiées et un endommagement ultérieur du système et du moteur ne sont pas à exclure. Pour éviter ces problèmes, des dispositifs de surveillance ont été implantés dans le circuit de réfrigérant.
Un appareil de commande en traite les signaux et pilote la mise en et hors circuit périodique du compresseur et la vitesse de soufflante. Cela permet d'obtenir l'établissement d'un niveau de pression dans le circuit de réfrigérant se situant toujours aux valeurs normales.
Les signaux du système de surveillance sont également, sur les systèmes équipés d'un compresseur non régulé, utilisés pour l'adaptation aux besoins en puissance frigorifique.
(Coupure et mise en circuit du climatiseur en fonction des besoins en froid. Cela permet simultanément d'éviter le givrage de l'évaporateur.)
Le principe de base est donné sur la figure.

Tous les équipements représentés dans le graphique ne doivent pas forcément exister ou être reliés comme sur la figure.

Le graphique présente la régulation du système pour un climatiseur manuel simple.

1 Commande de climatiseur
2 Clapet de décharge de surpression sur compresseur
3 Ventilateur de liquide de refroidissement
4 Contacteur de pression du climatiseur
5 Transm. de température du liq. de refroid.
6 Thermocontacteur p. ventil. de liq. refroid.
7 Transmetteur de temp. de l'évaporateur
8 Soufflante d'air frais
9 Appareil de commande du moteur
10 Coupleur électromagnétique
K Appareil de commande du climatiseur (et/ou appareil de commande pour ventilateur de liquide de refroidissement, selon type de climatisation)



A	Batterie
E35	Commande de climatiseur
F18	Thermocontacteur de ventilateur de liquide de refroidissement t_1 = 95 °C t_2 = 103 °C
F129	Contacteur de pression pour climatiseur P_1 = 0,2 MPa (2 bar)/3,2 MPa (32 bar) P_2 = 1,6 MPa (16 bar)
G62	Transmetteur de température de liquide de refroidissement
G153	Transmetteur de température d'évaporateur
J32	Relais de climatiseur
J101	Relais de 2e vitesse de ventilateur de liquide de refroidissement
J257	Appareil de commande Mono-Motronic
J301	Appareil de commande de climatiseur
N25	Coupleur électromagnétique
V7	Ventilateur de liquide de refroidissement
S	Fusible

Exemple de fonctionnement simple pour mise en circuit et coupure du compresseur (via coupleur électromagnétique N25) et du ventilateur de liquide de refroidissement.

Codage couleur:

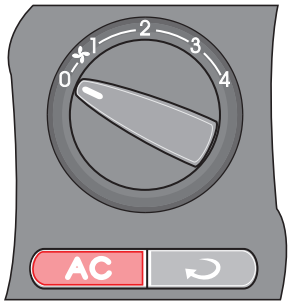
- Positif
- Négatif
- Signal d'entrée
- Signal de sortie
- Signal bidirectionnel

Sur les climatiseurs de la nouvelle génération, le contacteur de pression du climatiseur est remplacé par un transmetteur haute pression.
(Cf. page 36)

Régulation du système

Composants du système de sécurité

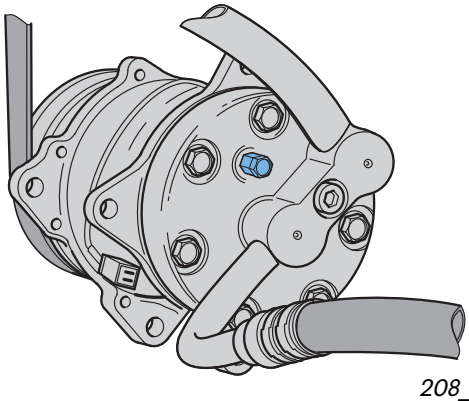
Commande de climatiseur E35



208_068

Pour mise en circuit du climatiseur – le coupleur électromagnétique établit la liaison avec le compresseur. Simultanément, sur les climatiseurs à régulation automatique, le ventilateur de liquide de refroidissement et la soufflante d'air frais sont mis en circuit. Sur les climatiseurs manuels, il faut que la soufflante soit en position 1. La mise en circuit est indiquée à l'appareil de commande, le régime de ralenti du moteur est élevé (compensation de la sollicitation due au fonctionnement du compresseur). Un contacteur de température extérieure peut être monté en aval de la commande. Il assure que le climatiseur ne puisse pas fonctionner à des températures inférieures à 5 °C.

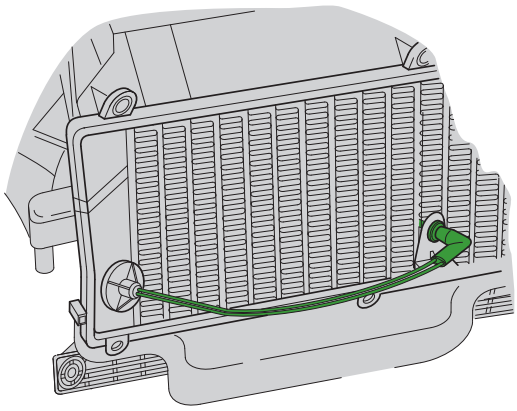
Clapet de décharge de surpression



208_056

Le clapet (autrefois plomb éclateur) est monté directement sur le compresseur ou le réservoir de liquide. Il s'ouvre à env. 3,8 MPa (38 bar) et se ferme lorsque la pression a diminué (env. 3,0 - 3,5 MPa/30 - 35 bar).
Suivant la version, il se peut qu'un disque plastique qui se rompt en cas de réponse du clapet équipe ce dernier.
Dans ce cas, il faut rechercher l'origine de la surpression dans le système.
Remplacement du plomb éclateur uniquement avec système vidangé !

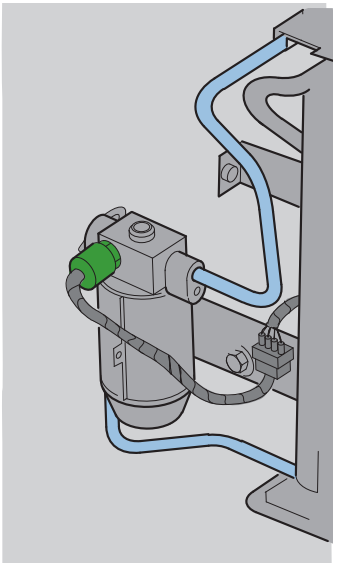
Transmetteur de température de l'évaporateur G153



208_061

Il détermine la température entre les ailettes de l'évaporateur. Le signal du transmetteur est communiqué à l'appareil de commande du climatiseur. En cas de températures trop basses de l'évaporateur, le compresseur est coupé. Coupure à env. –1 °C à 0 °C, mise en circuit à env. +3 °C
On évite le givrage de l'évaporateur par gel de l'eau de condensation.
Sur certains systèmes, le transmetteur de température de l'évaporateur E33 remplace ce transmetteur. Il permet de couper directement l'alimentation électrique en direction du coupleur électromagnétique. Sur d'autres systèmes, la régulation du fonctionnement est assurée par un contacteur de température extérieure.

Contacteur de pression F129



208_057

Un contacteur haute pression et un contacteur basse pression sont montés côté haute pression en vue de surveiller et de limiter les pressions régnant dans le circuit de réfrigérant fermé.

En cas de pressions illicites dans le système, il y a coupure du compresseur par le coupleur électromagnétique.

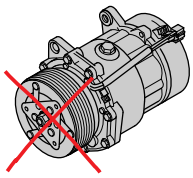
Les contacteurs de pression peuvent être montés directement dans la conduite ou sur le réservoir de liquide.

Le contacteur de pression F129 est un contacteur combiné triple pour :

- garantie du débit d'air de refroidissement (commutation des ventilateurs)
- garantie des conditions de pression.

Il fonctionne dans les conditions suivantes :

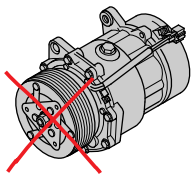
p > 3,2 MPa =



208_058

- Il coupe en cas de surpression d'env. 2,4 à 3,2 MPa (24 à 32 bar) le coupleur électromagnétique via l'appareil de commande du climatiseur. Cette surpression peut se produire en cas par exemple de fort encrassement du condenseur.

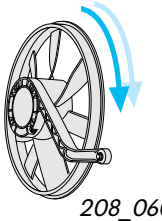
p < 0,2 MPa =



208_059

- Il coupe pour une pression trop faible (0,2 MPa/2 bar) le coupleur électromagnétique via l'appareil de commande du climatiseur. Cela peut se produire en cas de perte de réfrigérant par exemple.

p > 1,6 MPa =

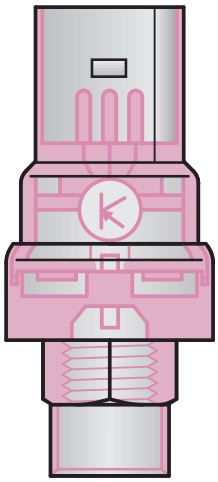


208_060

- Il commute le ventilateur sur la vitesse suivante en cas de surpression de 1,6 MPa (16 bar). Il s'ensuit une performance optimale du condenseur.

Régulation du système

Transmetteur de haute pression G65



208_062

– Une nouvelle génération pour surveillance du circuit de réfrigérant.
– Un capteur de pression électronique. Remplace le contacteur de pression du climatiseur F129. L'électronique d'évaluation des appareils de commande du climatiseur et du moteur sont adaptés en conséquence.
– Le transmetteur de haute pression est, comme le contacteur de pression F129, monté dans la conduite haute pression.

Il enregistre la pression du réfrigérant et convertit la grandeur physique qu'est la pression en un signal électrique. A la différence du contacteur de pression du climatiseur, l'enregistrement ne se limite pas aux seuils de pression définis, mais la surveillance du réfrigérant couvre tout le cycle de fonctionnement.

Utilisation du signal
dans l'appareil de commande du moteur
dans l'appareil de commande du ventilateur de liquide de refroidissement

Les signaux permettent de détecter la sollicitation du moteur due au climatiseur et les conditions de pression dans le circuit de réfrigérant. L'appareil de commande du ventilateur de liquide de refroidissement assure la mise en et hors circuit de la vitesse suivante du ventilateur du radiateur et du coupleur électromagnétique du compresseur.

Fonction de remplacement

Si l'appareil de commande du ventilateur de liquide de refroidissement ne détecte aucun signal, il coupe le compresseur pour des raisons de sécurité.

Avantages

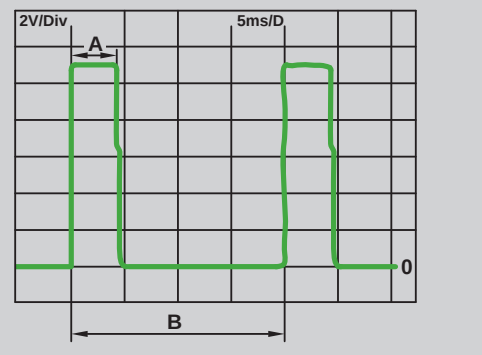
– Le ralenti du moteur peut être adapté exactement à la consommation de puissance du compresseur.
– La mise en et hors circuit des vitesses du ventilateur de radiateur sont décalées avec une légère temporisation. La variation de vitesse du ventilateur de radiateur n'est alors pratiquement pas sensible au régime de ralenti, ce qui augmente le confort sur les moteurs moins puissants notamment.

Autodiagnostic "signalisation de défaut"

Le défaut "transmetteur de haute pression" est enregistré dans la mémoire de défauts de l'électronique moteur.

p. ex. : 00819 Transmetteur haute pression G65
"Signal trop faible"

Fonctionnement du transmetteur de haute pression



208_109

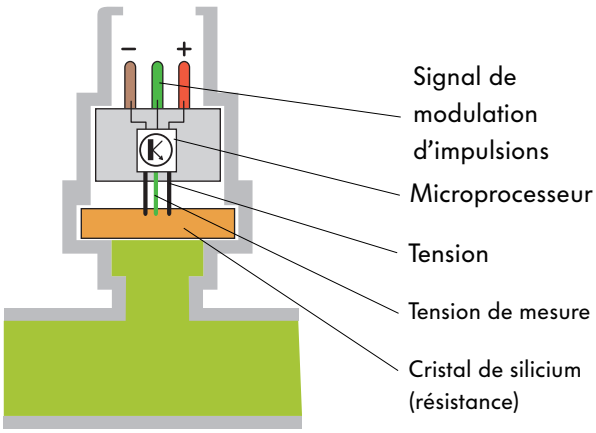
La pression du réfrigérant est transmise à un cristal de silicium. Suivant l'importance de la pression, le cristal est alors plus ou moins "déformé".

Le cristal de silicium est intégré, avec un microprocesseur, dans le transmetteur et est alimenté en tension.

Le cristal de silicium a la propriété de faire varier sa résistance électrique lors de sa déformation. Une tension de mesure, prélevée sur le cristal de silicium, varie alors en conséquence.

La tension de mesure est transmise au microprocesseur et convertie en un signal de modulation d'impulsions en largeur (A = largueur d'impulsion, B = écart du signal).

En cas de faible pression

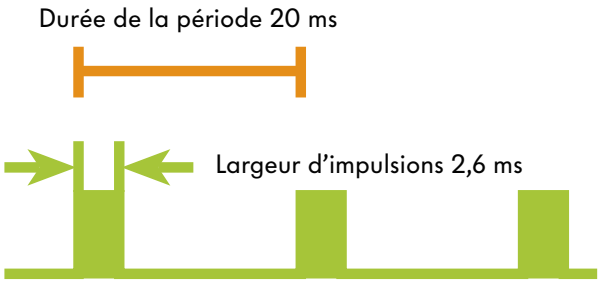


208_063

En cas de faible pression, la "déformation" du cristal est minime.
Une faible résistance est alors opposée à la tension appliquée.

La variation de tension est faible.

Signal de largeur d'impulsions



208_064

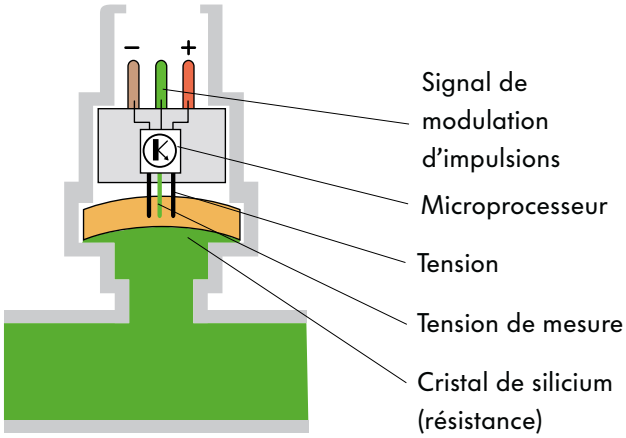
A faible pression, le microprocesseur du transmetteur de haute pression délivre une largeur d'impulsions faible.

Les signaux de largeur d'impulsions sont générés selon une fréquence de 50 Hz par seconde.
Cela correspond à une période de
20 ms = 100 %

Pour une faible pression de 0,14 MPa (1,4 bar), la largeur d'impulsions est de 2,6 ms.
Cela correspond à 13 % de la période.

Régulation du système

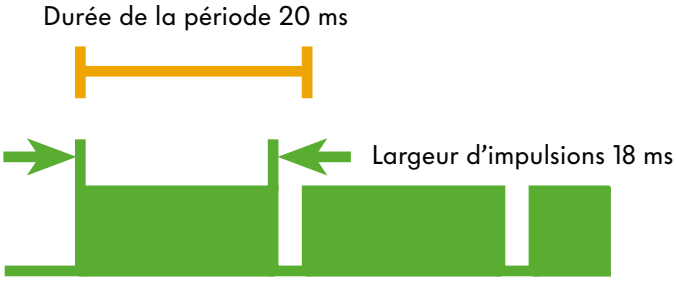
En cas de pression élevée (augmentation de pression)



208_065

En cas de pression élevée (augmentation de pression), la "déformation" du cristal est plus importante, et la variation de la résistance augmente. La tension de mesure est réduite selon le même rapport.

Signal de largeur d'impulsions



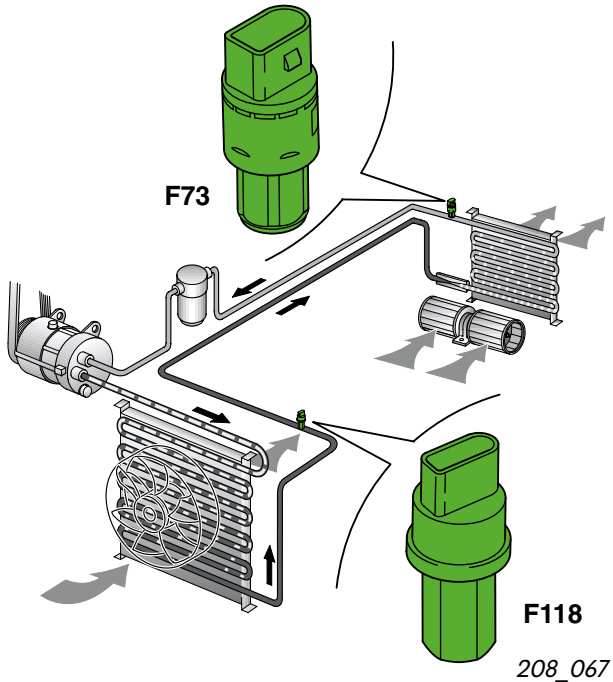
208_066

La largeur d'impulsions augmente proportionnellement avec la pression croissante.

A une pression élevée de 3,7 MPa (37 bar), la largeur d'impulsions est de 18 ms.
Cela correspond à 90 % de la période.

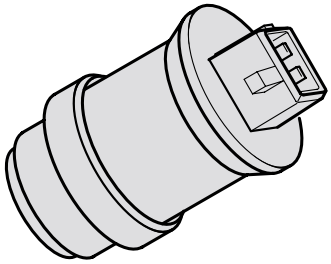
L'oscilloscope numérique à mémoire du nouveau système de diagnostic du véhicule VAS 5051 permet la visualisation du signal de largeur d'impulsions.

Contacteurs de sécurité distincts dans le circuit de réfrigérant avec étrangleur



208_067

Contacteur de témoin de température du liquide de refroidissement



208_069

Sur les véhicules dotés d'une extension de l'évaluation électronique des capteurs via la combinaison des appareils de commande du véhicule, ce contrôle supplémentaire est supprimé. Le signal utilisé est celui du premier équipement de surveillance.

Dans le circuit de réfrigérant avec étrangleur, basse pression et haute pression sont fréquemment surveillés par deux contacteurs de sécurité distincts.

Basse pression
Le contacteur basse pression du climatiseur F73 coupe p. ex. le compresseur si une pression d'env. 0,17 MPa (1,7 bar) n'est pas atteinte dans le circuit de réfrigérant.
(Cette chute de pression peut se produire en cas de remplissage insuffisant du circuit de réfrigérant. Le compresseur est protégé.)

Haute pression
Le contacteur haute pression pour coupleur électromagnétique F118 coupe le compresseur en cas p. ex. de dépassement d'une pression d'env. 3,0 MPa (30 bar).

Les valeurs absolues sont toujours liées à un système.
Le compresseur représente une sollicitation supplémentaire pour le moteur.

Afin de ne pas surchauffer le liquide de refroidissement en cas de charge très élevée du moteur (en montée par exemple), le compresseur est coupé pour en éviter la sollicitation supplémentaire. Le contacteur de témoin de température du liquide de refroidissement permet également de surveiller la température du liquide de refroidissement.
(Le premier équipement de surveillance est le transmetteur de température de liquide de refroidissement avec témoin dans le porte-instruments.)
La coupure du compresseur a lieu à env. 119 °C, sa remise en circuit à env. 112 °C.

Différents contacteurs de contrôle sont utilisés suivant le type de véhicule, tels que

F18 - Thermocontacteur de ventilateur de liquide de refroidissement
F163 - Thermocontacteur pour débranchement du climatiseur.

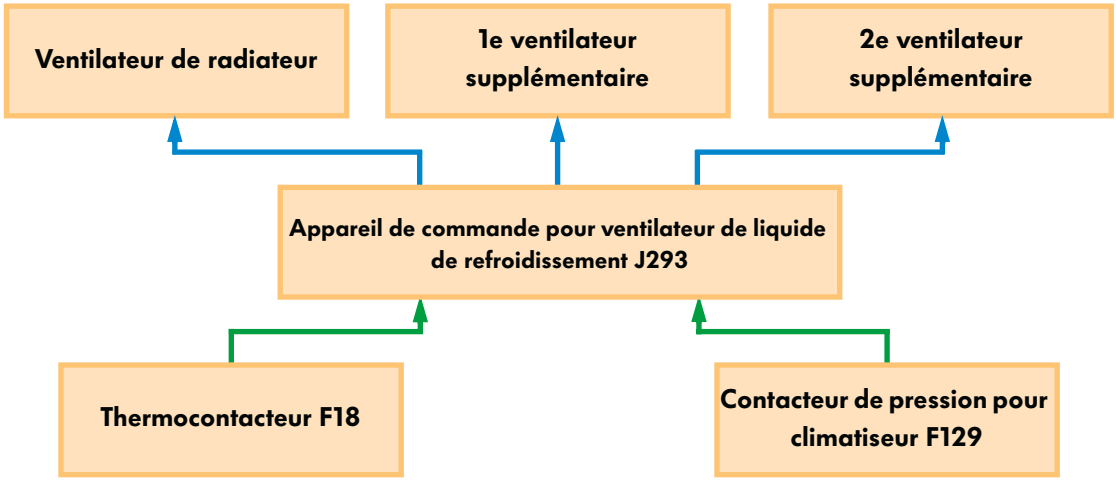
Commutation des ventilateurs de radiateur

Commutation des ventilateurs pour refroidissement du moteur/condenseur

en prenant pour exemple la VW Golf/Audi A3

Le fonctionnement du ventilateur est la condition de base du fonctionnement correct du climatiseur (circuit de réfrigérant) ainsi que du moteur (circuit de liquide de refroidissement). Sans refroidissement, la puissance du condenseur diminue. La climatisation n'est plus assurée. En mode climatisation, il existe souvent un deuxième ou un troisième ventilateur.

Ils fournissent le débit d'air nécessaire au radiateur et au condenseur. La commande du ventilateur assure la régulation de l'appareil de commande du ventilateur de liquide de refroidissement J293. Elle a lieu en fonction de la température du liquide de refroidissement et de la pression dans le circuit de réfrigérant. Les valeurs absolues sont toujours spécifiques au véhicule !


Ventilateur de radiateur
1e ventilateur supplémentaire
2e ventilateur supplémentaire
Appareil de commande pour ventilateur de liquide de refroidissement J293
Thermocontacteur F18
Contacteur de pression pour climatiseur F129

Exemple : fonctions de contrôle

Température du liquide de refroidissement
Le transmetteur de signaux est le thermocontacteur pour ventilateur de liquide de refroidissement F18.
Le thermocontacteur est logé dans le radiateur du véhicule.

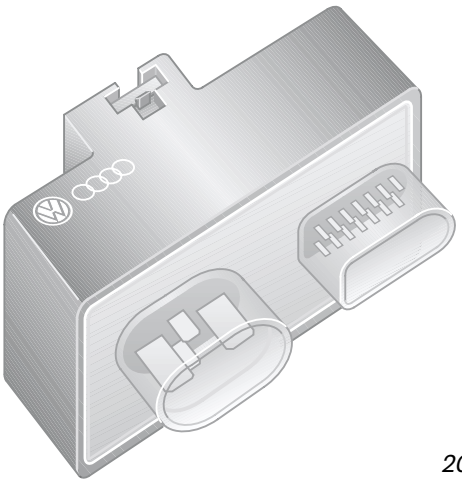
1e vitesse	MARCHE	92 ... 97 °C
	ARRET	84 ... 91 °C
2e vitesse	MARCHE	99 ... 105 °C
	ARRET	91 ... 98 °C

Pression dans le circuit de réfrigérant
Le transmetteur de signaux est le contacteur de pression pour climatiseur F129 ou le transmetteur haute pression G65.
F129 commute le/les ventilateurs sur la 2e vitesse à env. 1,6 MPa (16 bar) - cf. page 35.

Exemple : combinaison de 2 ventilateurs

- Climatiseur en circuit, donc compresseur en circuit et pression dans le circuit de réfrigérant supérieure à 0,2 MPa (2 bar).
  = les deux ventilateurs tournent à la vitesse 1
- Haute pression dans le circuit de réfrigérant supérieure à 1,6 MPa (16 bar) et/ou température du liquide de refroidissement supérieure à 99 °C
  = les deux ventilateurs tournent à la vitesse 2
- Si la pression dans le circuit de réfrigérant chute en dessous de 1,6 MPa (16 bar) et la température du liquide de refroidissement en dessous de 99 °C
  = les deux ventilateurs repassent en vitesse 1
- Lorsque le moteur tourne sans climatiseur, seul tourne le ventilateur du radiateur, à la vitesse 1 ou 2 en fonction de la température du liquide de refroidissement.

Appareil de commande pour ventilateur de liquide de refroidissement J293



208_070

Il est intégré dans l'ensemble de composants des appareils de commande du véhicule.

Signaux d'entrée sur la variante de base :
- du thermocontacteur F18
- du thermocontacteur F129
- de l'unité de commande et d'affichage E87 (avec climatiseur automatique)

Objectifs

Conversion des signaux d'entrée
- pour mise en circuit et coupure des ventilateurs de radiateur
- pour mise en et hors circuit du coupleur électromagnétique du compresseur.

Fonctions étendues d'une nouvelle génération:

nouvelle génération

L'appareil de commande pour ventilateur de liquide de refroidissement a fait l'objet d'un perfectionnement technique et a été adapté au nouveau contacteur haute pression G65. Il est monté avec le contacteur haute pression et se reconnaît aux connexions modifiées pour des raisons de conception. L'appareil de commande exploite le signal de modulation d'impulsions en largeur du transmetteur de haute pression. Il est ainsi possible de surveiller en permanence la totalité de la plage de pression du réfrigérant.

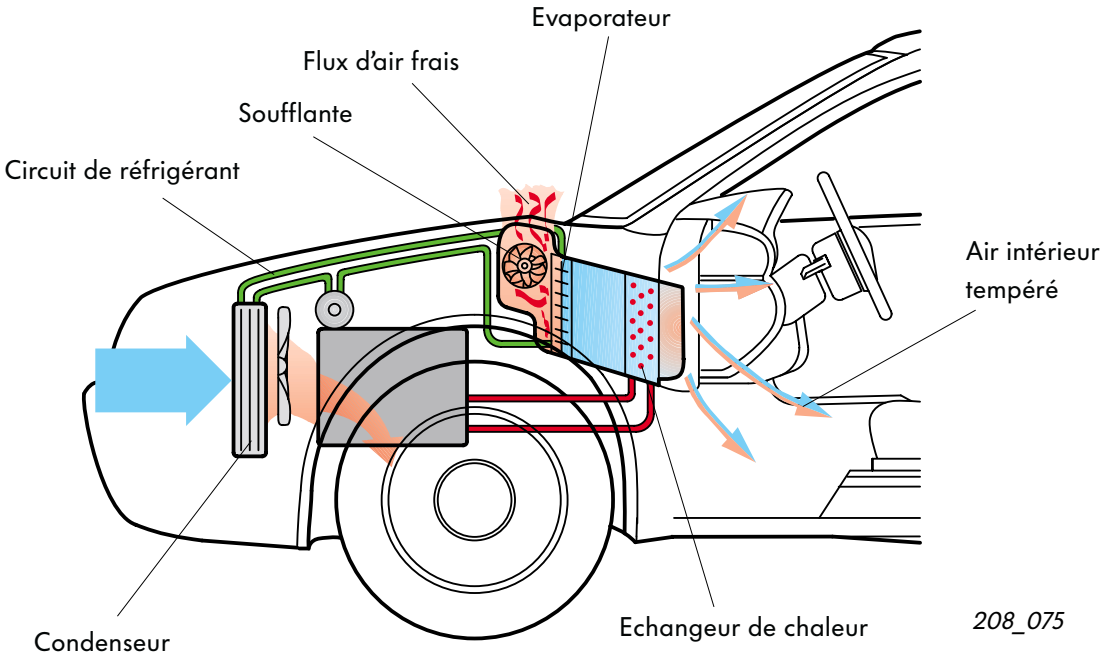
Il existe également des variantes de circuit pour lesquelles les fonctions de cet appareil de commande sont reprises par un appareil de commande du climatiseur.
L'intégration dans un groupe de commande est toujours spécifique au véhicule.
Le schéma de parcours du courant est ici en mesure de vous renseigner.

Fonctions

- Mise en circuit et coupure des vitesses du ventilateur du radiateur et du coupleur électromagnétique du compresseur du climatiseur
- Echange de signaux bidirectionnel avec appareil de commande du moteur/de boîte
- Surveillance de la température du liquide de refroidissement
- avec module temporel pour pilotage de la pompe de recirculation de liquide de refroidissement V51 (avec moteur 1,8 l 5 soupapes de 165 kW p. ex.)

Régulation de la température

Régulation manuelle



Une régulation de la température, pourquoi ?

- Le flux d'air frais refroidi au niveau de l'évaporateur est envoyé dans l'habitacle à l'aide de la soufflante.
- Il est généralement plus frais que nécessaire (puissance axée sur un refroidissement maximum pour des températures extérieures qui ne sont la plupart du temps que moyennes).
- En vue d'obtenir des températures intérieures agréables, une partie de l'air frais est par conséquent dérivé et passe par l'échangeur de chaleur du chauffage pour y être réchauffé.
- Par ailleurs, des variations de température dues à des différences de température extérieure, de vitesse du véhicule, de température du liquide de refroidissement et d'arrivée d'air frais exercent leur influence.
- Cette régulation de la température doit, sur les climatiseurs manuels simples, être assurée par le conducteur.

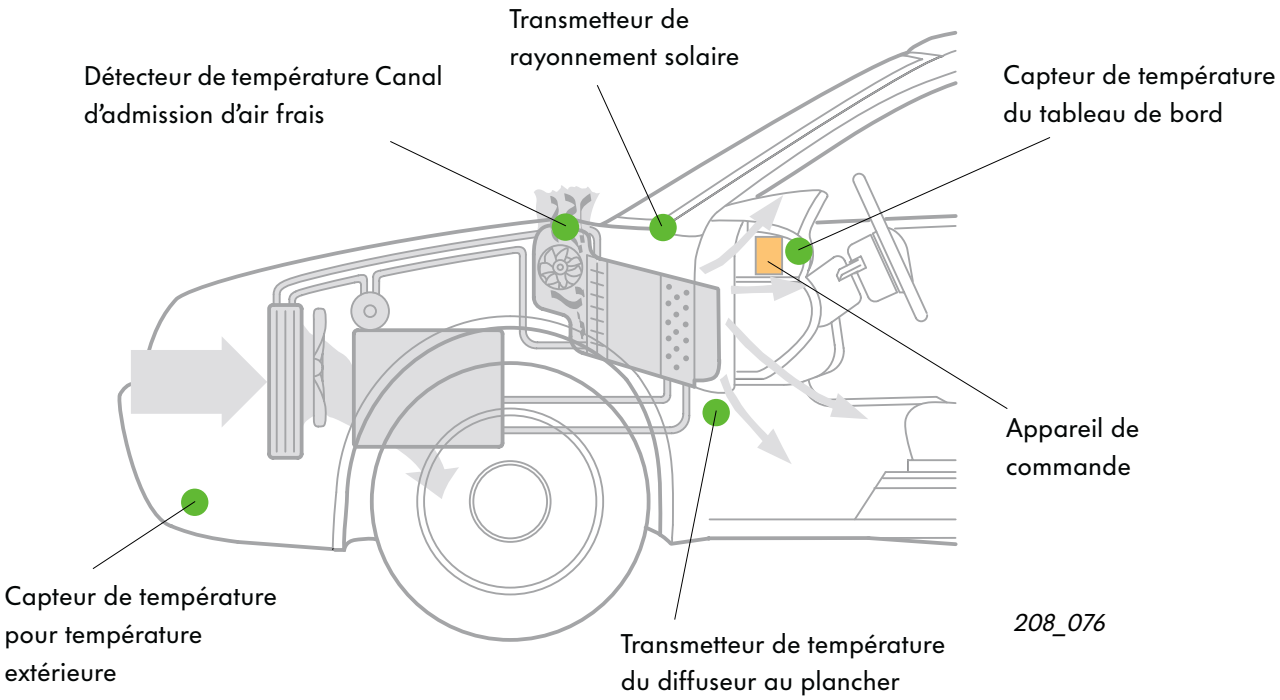
Sur quoi porte la régulation ?

- Saisie des valeurs réelles, telles que températures.
- Comparaison valeurs assignées/réelles ; soit appréciation individuelle du conducteur. Il définit la température correspondant à son bien-être, et décide s'il fait trop chaud ou trop froid.
- Après appréciation, il prend une décision
  - ¥ il faut agir sur le réglage
  - ¥ dans quelle direction
  - ¥ de combien

  et effectue manuellement le réglage.

Le conducteur est alors, dans le sens large du terme, à la fois partie commande et actionneur. Il modifie la position du volet de température.

Régulation automatique


Transmetteur de rayonnement solaire
Détecteur de température Canal d'admission d'air frais
Capteur de température du tableau de bord
Appareil de commande
Capteur de température pour température extérieure
Transmetteur de température du diffuseur au plancher
208_076

Les climatiseurs à régulation automatique se chargent eux-mêmes de ces opérations, sans intervention du conducteur.

Ils ont l'avantage de pouvoir faire entrer un nombre de paramètres beaucoup plus important dans le système de régulation et de pouvoir calculer à l'avance le résultat thermique du réglage effectué.

Les régulations électroniques du climatiseur répondent à différentes désignations :
- régulation numérique de la température
- Climatronic
- climatiseur à régulation automatique

Elles ont toutes en commun :
- un appareil de commande
- détecteur de température extérieure (un ou deux)
- détecteur de température de l'habitacle
- transmetteur supplémentaire (n'équipe pas tous les systèmes), comme valeur de correction du rayonnement solaire p. ex.
- servomoteurs sur chauffage/climatiseur

La figure montre la position des capteurs.

La centrale est l'appareil de commande numérique.
Il traite tous les signaux d'entrée des capteurs (transmetteurs d'information), les déparasite et les transmet au microordinateur de l'appareil de commande.

Le microordinateur calcule les signaux de sortie en fonction des valeurs assignées paramétrées.

Les signaux de sortie sont fournis aux actionneurs via des étages finals.
Les actionneurs sont les servomoteurs situés sur le chauffage/le climatiseur.
Des servomoteurs sont respectivement assignés aux différents volets.

Les climatiseurs de la nouvelle génération sont reliés, directement ou sur le bus CAN, à d'autres appareils de commande du véhicule. Les informations de vitesse, de régime-moteur et de temps d'arrêt peuvent alors être exploitées par l'appareil de commande du climatiseur.

Régulation de la température

Synoptique du système d'un climatiseur à régulation électronique

(régulation identique pour côté droit et gauche de l'habitacle, exemple de la Golf. Même système sur Audi A3)

Capteurs
(pour régulation du système et régulation de la température)

Cellule photoélectrique
pour rayonnement solaire G107

Détecteur de température -
tableau de bord G56
avec soufflante pour détecteur
de température V42

Détecteur de température
extérieure G17

Détecteur de température -
canal d'aspiration d'air frais G89

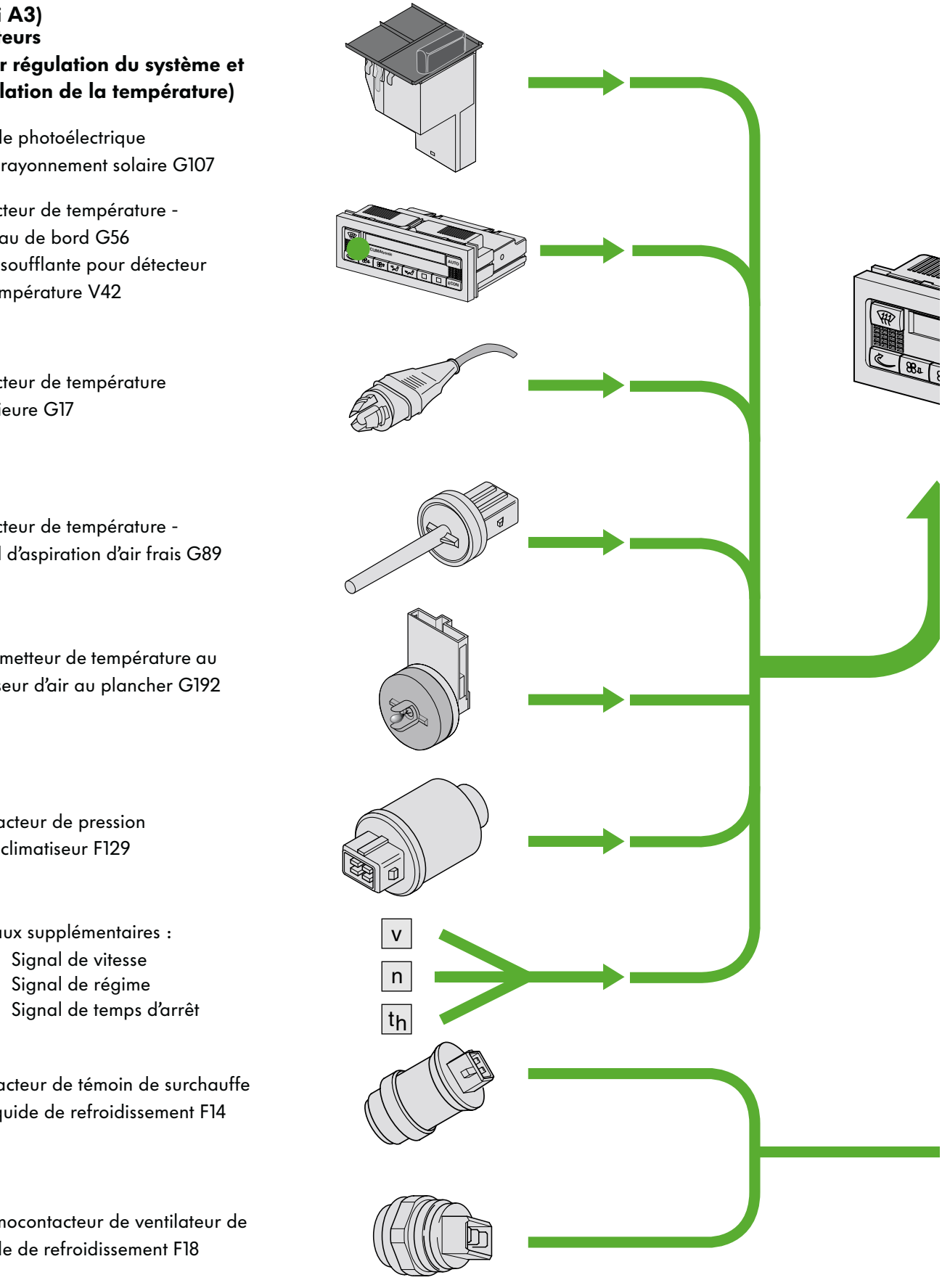
Transmetteur de température au
diffuseur d'air au plancher G192

Contacteur de pression
pour climatiseur F129

Signaux supplémentaires :
- Signal de vitesse
- Signal de régime
- Signal de temps d'arrêt

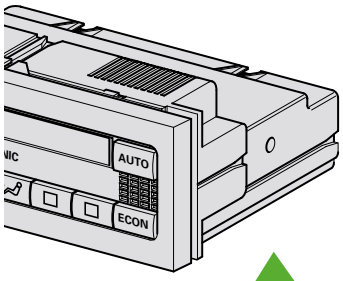
Contacteur de témoin de surchauffe
du liquide de refroidissement F14

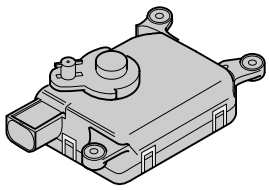
Thermocontacteur de ventilateur de
liquide de refroidissement F18



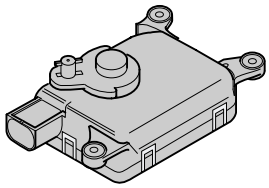
Actionneurs (pour régulation du système et régulation de la température)

Appareil de commande J255 et unité de commande et d'affichage du climatiseur E87

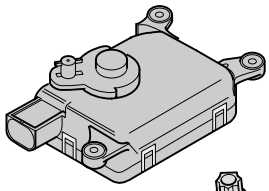




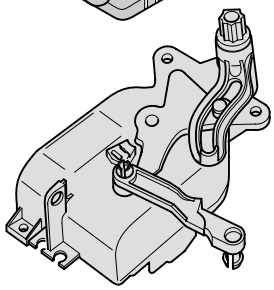
Servomoteur pour volet de plancher/de dégivrage V85 avec potentiomètre G114



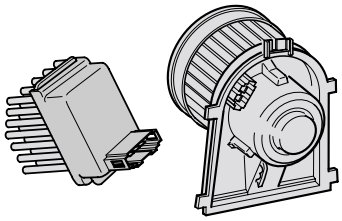
Servomoteur pour volet central V70 avec potentiomètre G112



Servomoteur pour volet de température V68 avec potentiomètre G92

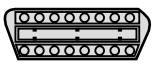


Servomoteur pour volet de pression dynamique V71 et volet d'air recyclé avec potentiomètre G113

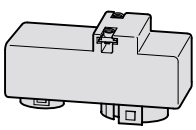


Appareil de commande pour soufflante d'air frais J126 et soufflante d'air frais V2

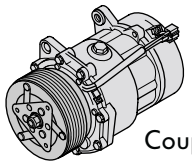
Signaux supplémentaires :
- App. commande du moteur
- App. commande avec unité d'affichage dans le porte-instruments



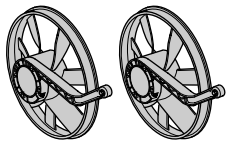
Prise de diagnostic T16



Appareil de commande pour ventilateur de liquide de refroidissement J293



Coupleur électromagnétique N25

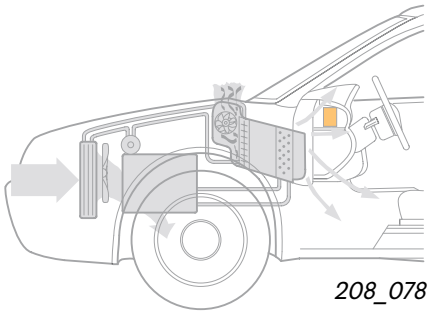


Ventilateur de liquide de refroidissement V7 et ventilateur supplémentaire V35

208_077

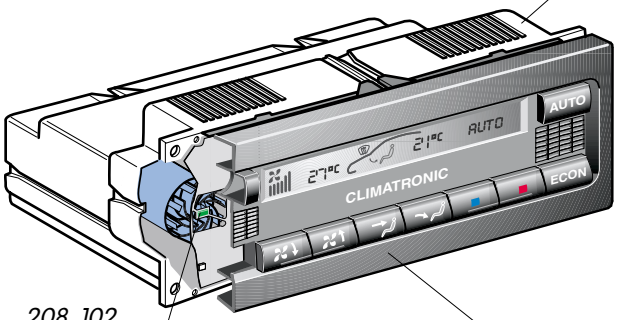
Régulation de la température

Appareil de commande avec unité de commande et d'affichage

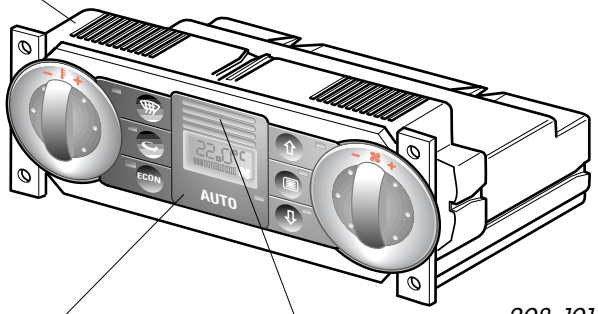


208_078

Appareil de commande



208_102



208_101

Détecteur de température du tableau de bord G56

Unité de commande et d'affichage E87

Détecteur de température du tableau de bord G56

Appareil de commande avec unité de commande et d'affichage du Climatronic

Appareil de commande avec commande et affichage Audi TT Coupé

Constitution

L'appareil de commande est combiné à l'unité de commande et d'affichage. Cette dernière est adaptée au design du véhicule considéré.

Un détecteur de température enregistrant la température de l'habitacle est également intégré dans l'appareil de commande.

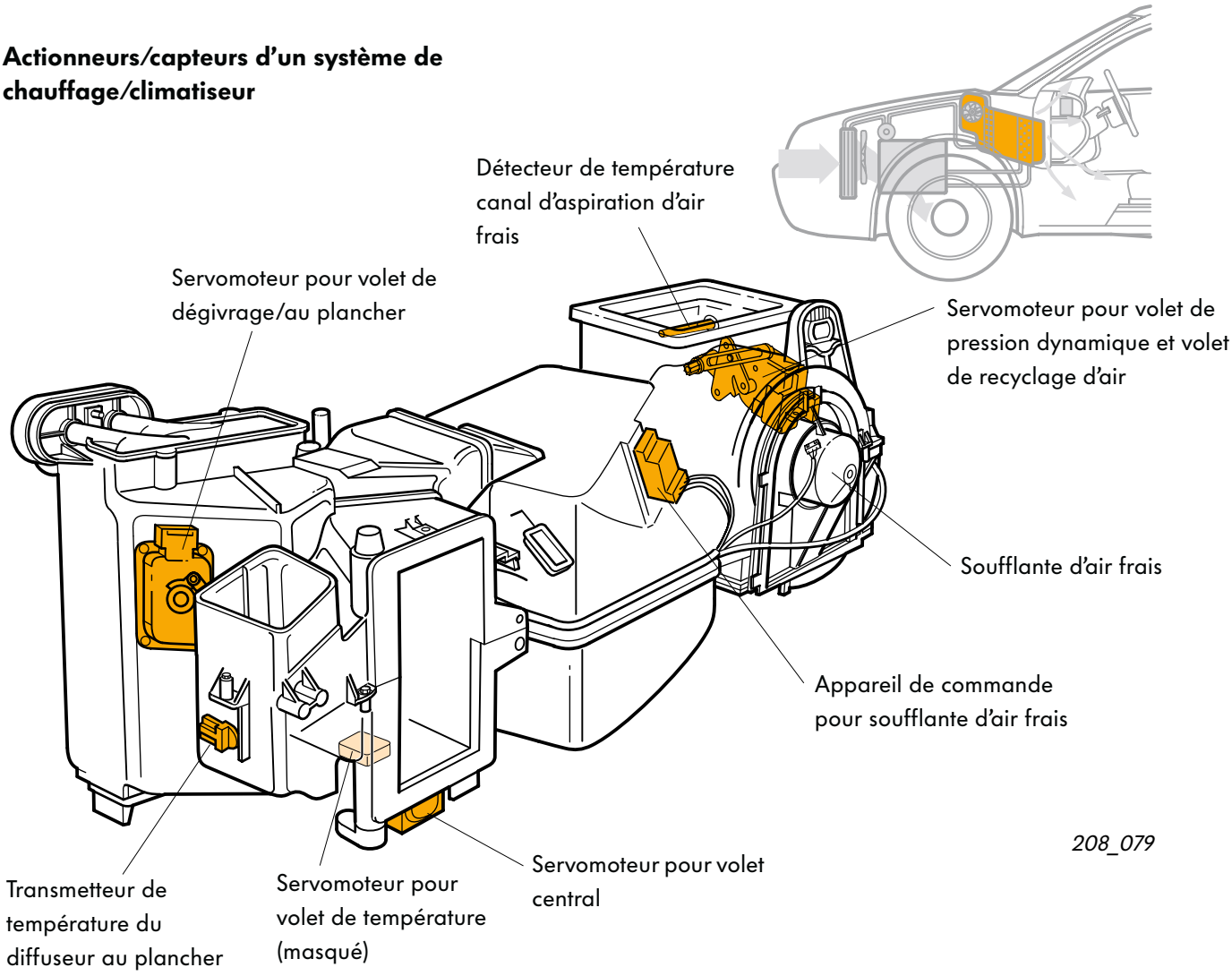
Fonctionnement

L'appareil de commande reçoit des informations en provenance de composants électriques et électroniques (capteurs). Ces derniers sont traités en fonction des valeurs assignées mémorisées dans l'appareil de commande. Les signaux de sortie de l'appareil de commande pilotent alors les actionneurs.

l'appareil de commande est doté d'une mémoire de défauts.
La défaillance d'un composant ou des coupures de câble peuvent ainsi être détectées rapidement par l'autodiagnostic.

Quel que soit le défaut, l'appareil de commande continue d'assurer en mode de secours le fonctionnement réglé.

Actionneurs/capteurs d'un système de chauffage/climatiseur


Détecteur de température canal d'aspiration d'air frais
Servomoteur pour volet de dégivrage/au plancher
Servomoteur pour volet de pression dynamique et volet de recyclage d'air
Soufflante d'air frais
Appareil de commande pour soufflante d'air frais
208_079
Transmetteur de température du diffuseur au plancher
Servomoteur pour volet de température (masqué)
Servomoteur pour volet central

A chaque volet de guidage d'air du chauffage/climatiseur est affecté un servomoteur.

Le volet de pression dynamique et le volet de recyclage de l'air sont commandés par un servomoteur. Le réglage distinct s'effectue au moyen d'un disque d'entraînement à deux pistes de guidage.

Sur d'autres systèmes, le réglage du volet de recyclage d'air peut également être assuré par dépression et via des électrovannes.

Soufflante d'air frais et appareil de commande de soufflante d'air frais sont ici deux composants.

Ils peuvent également être réunis en un seul composant.

Régulation de la température

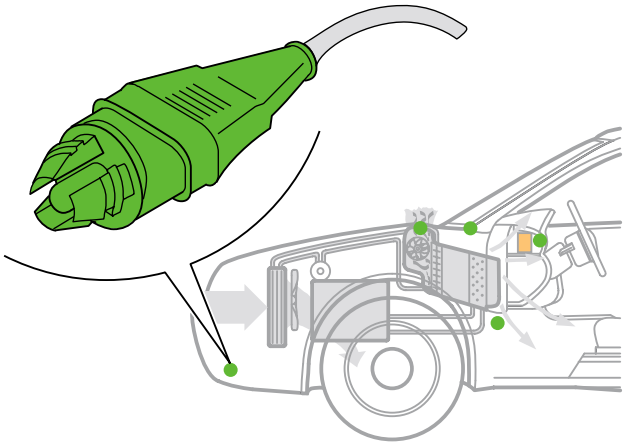
Principaux détecteurs de température

Détecteur de température extérieure G17

Le détecteur de température est situé à l'avant du véhicule.
L'enregistrement porte sur la température extérieure réelle.

Utilisation du signal
L'appareil de commande pilote le volet de température et la soufflante d'air frais en fonction de la température.

Répercussion en cas de défaillance du signal
En cas de défaillance du signal, il est fait appel à la valeur de mesure du second détecteur de température (détecteur de température du canal d'aspiration d'air frais). Si ce dernier est lui aussi défaillant, le système continue de fonctionner en prenant pour hypothèse une valeur de remplacement de +10 °C.
Le mode air recyclé n'est pas réalisable.
Le détecteur est apte à l'autodiagnostic.



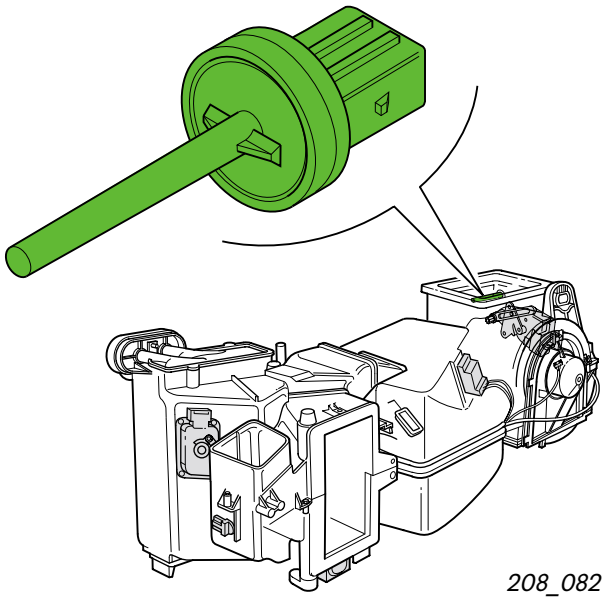
208_081

Détecteur de température canal d'aspiration d'air frais G89

Le détecteur de température est placé directement dans le canal d'aspiration d'air frais.
Il s'agit du second point de mesure de la température extérieure réelle.

Utilisation du signal
L'appareil de commande pilote le volet de température et la soufflante d'air frais en fonction de la température.

Répercussions en cas de défaillance du signal
En cas de défaillance du signal, on utilise la valeur fournie par le premier détecteur de température (extérieure) à l'avant du véhicule.
Le détecteur est apte à l'autodiagnostic.

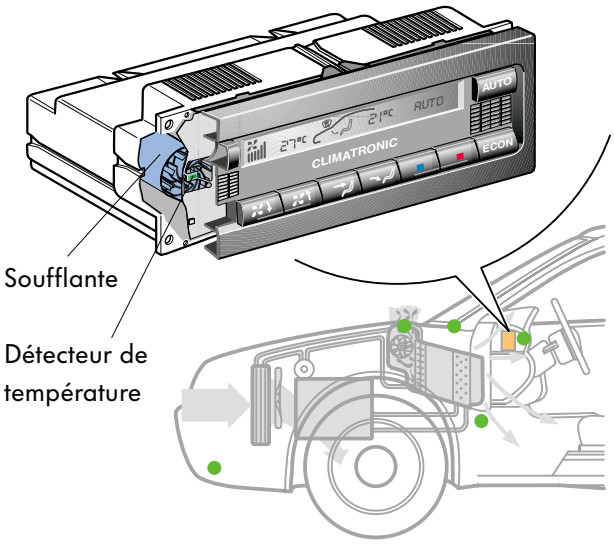


208_082

Des valeurs des deux détecteurs, la plus basse est toujours celle traitée.

Détecteur de température - tableau de bord G56 avec soufflante pour détecteur de température V42

Le détecteur de température est généralement monté directement sur l'appareil de commande et fournit la température réelle de l'habitacle à l'appareil de commande. Il est situé dans le flux d'air d'une soufflante d'aspiration de l'air intérieur. La soufflante est pilotée par l'unité de commande et d'affichage. Elle aspire l'air intérieur afin d'éviter des erreurs de mesure au niveau du détecteur de température.



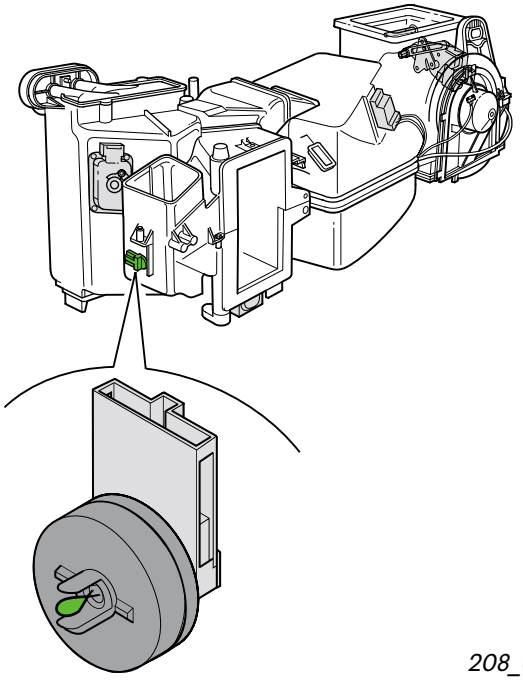
208_083

Utilisation du signal
La valeur de mesure sert de comparaison par rapport à la valeur assignée.
Le volet de température et la soufflante d'air frais sont commandés en conséquence.

Répercussion en cas de défaillance du signal
En cas de défaillance du signal, une valeur de remplacement de +24 °C est prise pour hypothèse. La marche du système reste assurée.
Le détecteur de température est apte au diagnostic.

Transmetteur de température du diffuseur au plancher G192

La mesure porte sur la température de l'air provenant du chauffage/climatiseur (et arrivant dans l'habitacle). La saisie de la température s'effectue au moyen d'une résistance variant en fonction de la température. Lorsque la température chute, la résistance électrique augmente.



208_084

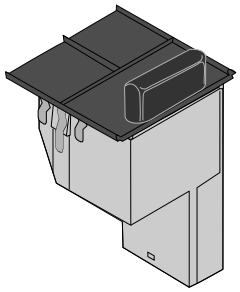
Utilisation du signal
Le signal est exploité dans l'appareil de commande. Il sert à la commande de la répartition d'air du dégivrage/plancher et de la puissance de la soufflante d'air frais.

Répercussions en cas de défaillance du signal
En cas de défaillance, l'appareil de commande utilise une valeur de remplacement de +80°C .
Le fonctionnement reste assuré.
Le détecteur est apte à l'autodiagnostic.

Régulation de la température

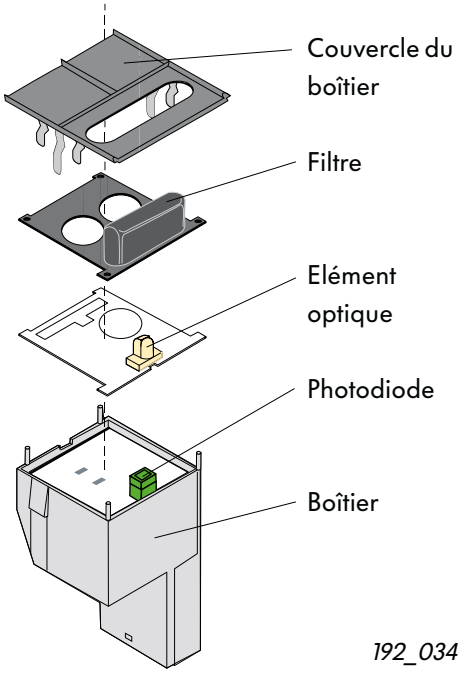
Cellule photoélectrique pour rayonnement solaire G107

On intervient dans la régulation de la température du climatiseur en utilisant des cellules photoélectriques.
Elles enregistrent le rayonnement solaire direct sur les occupants du véhicule.
Suivant le type de climatiseur, on aura une cellule ou deux cellules distinctes pour les côtés gauche et droit du véhicule.



192_093

Fonctionnement
La lumière solaire incidente arrive en traversant un filtre et un élément optique sur la photodiode. Le filtre a le même effet que des lunettes de soleil et protège l'élément optique du rayonnement UV.



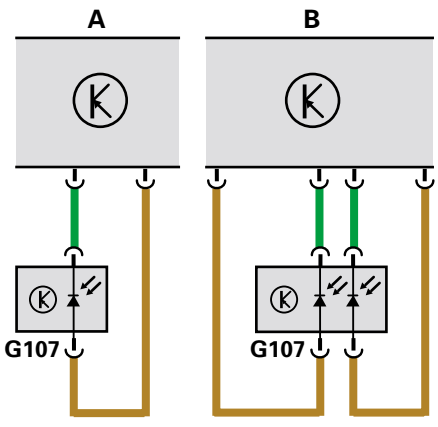
192_034

Les photodiodes sont des semi-conducteurs sensibles à la lumière. Sans incidence de lumière, seul un faible courant peut traverser la diode. En présence de lumière, le courant augmente. Plus l'incidence de lumière est importante, plus la valeur du courant augmente.
L'appareil de commande du climatiseur peut donc, en présence d'une augmentation du courant, conclure à un rayonnement solaire plus important et agir sur la température dans l'habitacle. Il y a alors commande du volet de température et de la soufflante d'air frais.

Dans le cas de l'exécution à deux cellules, le côté du véhicule le plus exposé au rayonnement solaire est plus fortement refroidi (cf. page 58).

Répercussions en cas de défaillance du signal
L'appareil de commande utilise une valeur fixe servant d'hypothèse pour le rayonnement solaire.

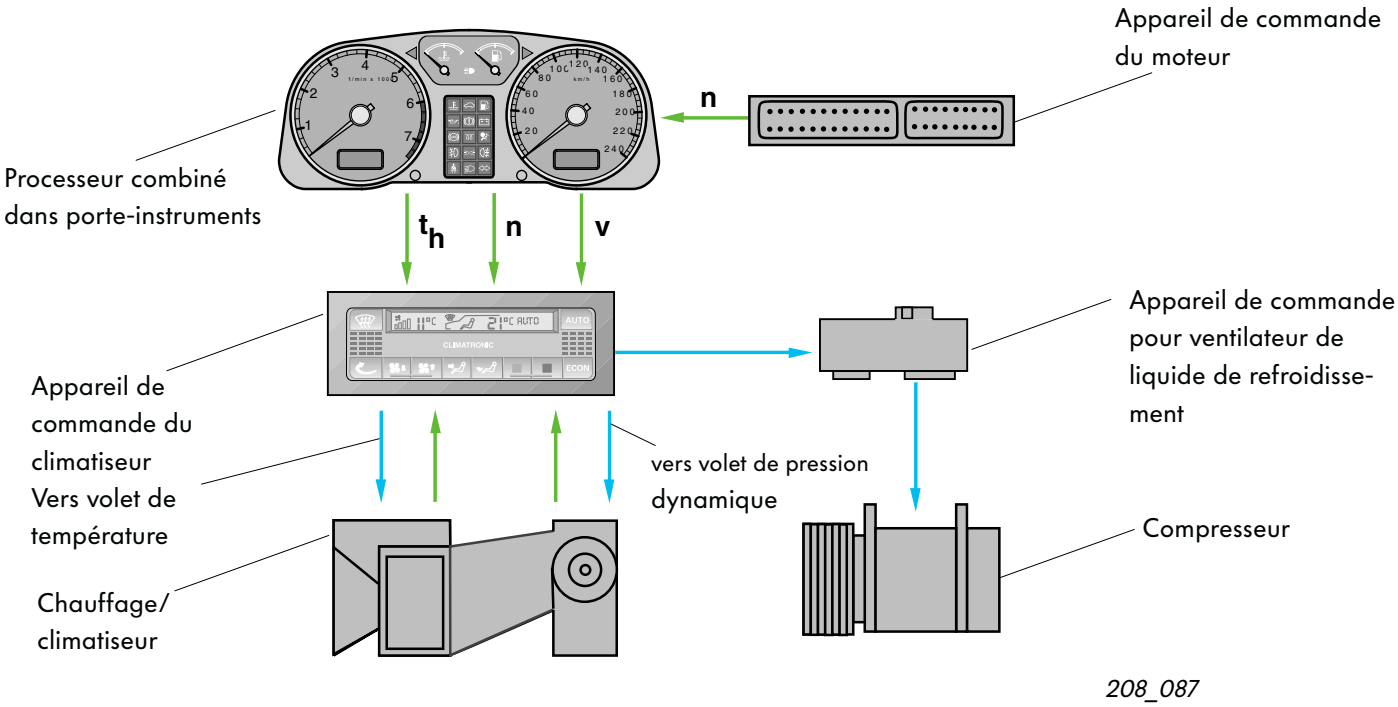
Circuit électrique



208_088

Ⓚ Appareil de commande du climatiseur
G107 Cellule photoélectrique
A Cellule simple
B Cellule double

Signaux supplémentaires pour régulation de la température



208_087

Les informations supplémentaires contribuent à l'augmentation du confort lors de la régulation de la température et servent à la régulation du système.
Ces signaux supplémentaires sont fournis par d'autres appareils de commande du véhicule et sont traités dans l'appareil de commande du climatiseur.
Les principaux signaux sont :

- temps d'arrêt t_h
- vitesse du véhicule v
- régime-moteur n

Signal de temps d'arrêt t_h

Temps d'arrêt = de la coupure de l'allumage au redémarrage du moteur

Ce signal est utilisé pour le réglage du volet de température. L'appareil de commande traite après le redémarrage les valeurs de température extérieure enregistrées avant coupure du moteur.

Les variations des valeurs de mesure, dues par exemple à la chaleur de rayonnement, ne sont pas prises en compte dans la régulation.
On obtient plus rapidement une température agréable et évite un froid excessif.

Signal de vitesse du véhicule v

Il sert à la commande du volet de pression dynamique. On utilise le signal du transmetteur de tachymètre, qui est exploité dans l'appareil de commande. A des vitesses plus élevées, la section de l'admission d'air frais est rétrécie en vue de conserver un débit d'air pratiquement constant dans l'habitacle.

Signal de régime-moteur n

Il sert à l'information actuelle de l'appareil de commande du climatiseur sur la marche du moteur. Il est utilisé pour la régulation du système (coupure du coupleur électromagnétique) ; en l'absence de signal de régime-moteur, par exemple, le compresseur est coupé.

Régulation de la température

Servomoteurs

Sur les climatiseurs manuels, les volets de guidage d'air tels que

– volet de température
– volet central
– volet de dégivrage/plancher

sont réglés individuellement par le conducteur par des câbles Bowden.

Sur les climatiseurs automatiques, cette tâche est assurée par des servomoteurs à pilotage électrique. Le volet d'air recyclé est également commandé par un servomoteur.

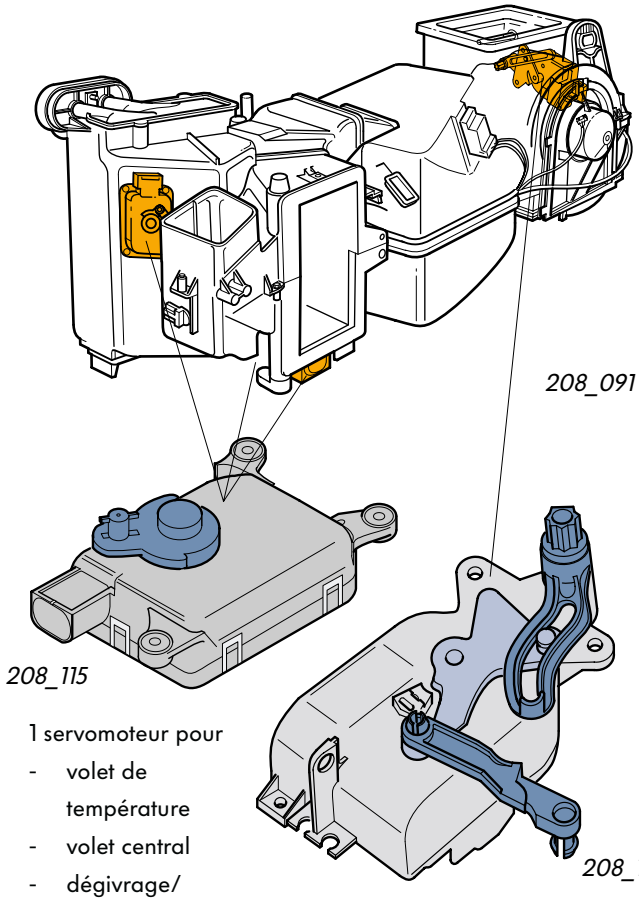
Les servomoteurs sont toujours montés directement à hauteur de l'axe du volet sur le chauffage/climatiseur.

Tous les moteurs reçoivent de l'appareil de commande du climatiseur les signaux de commande correspondants.

Chaque servomoteur est doté d'un potentiomètre. Ce dernier indique la position du volet à l'appareil de commande en faisant appel à une valeur de réaction.

Les servomoteurs (actionneurs) permettent donc de convertir les signaux électriques de sortie en grandeurs mécaniques.

Le mécanisme de commande des volets diffère suivant le volet.
La position de la manivelle et l'angle de rotation se réfèrent toujours au volet correspondant.



208_091

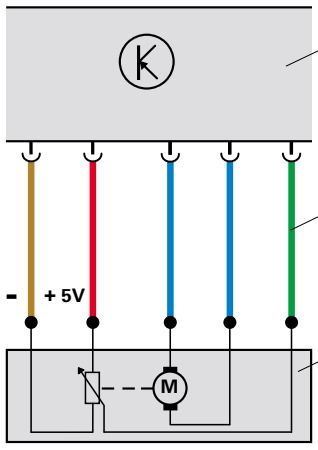
208_115

1 servomoteur pour
- volet de température
- volet central
- dégivrage/plancher

208_116

Servomoteur pour volet d'air frais/air recyclé et de pression dynamique

Circuit électrique



Appareil de commande du climatiseur

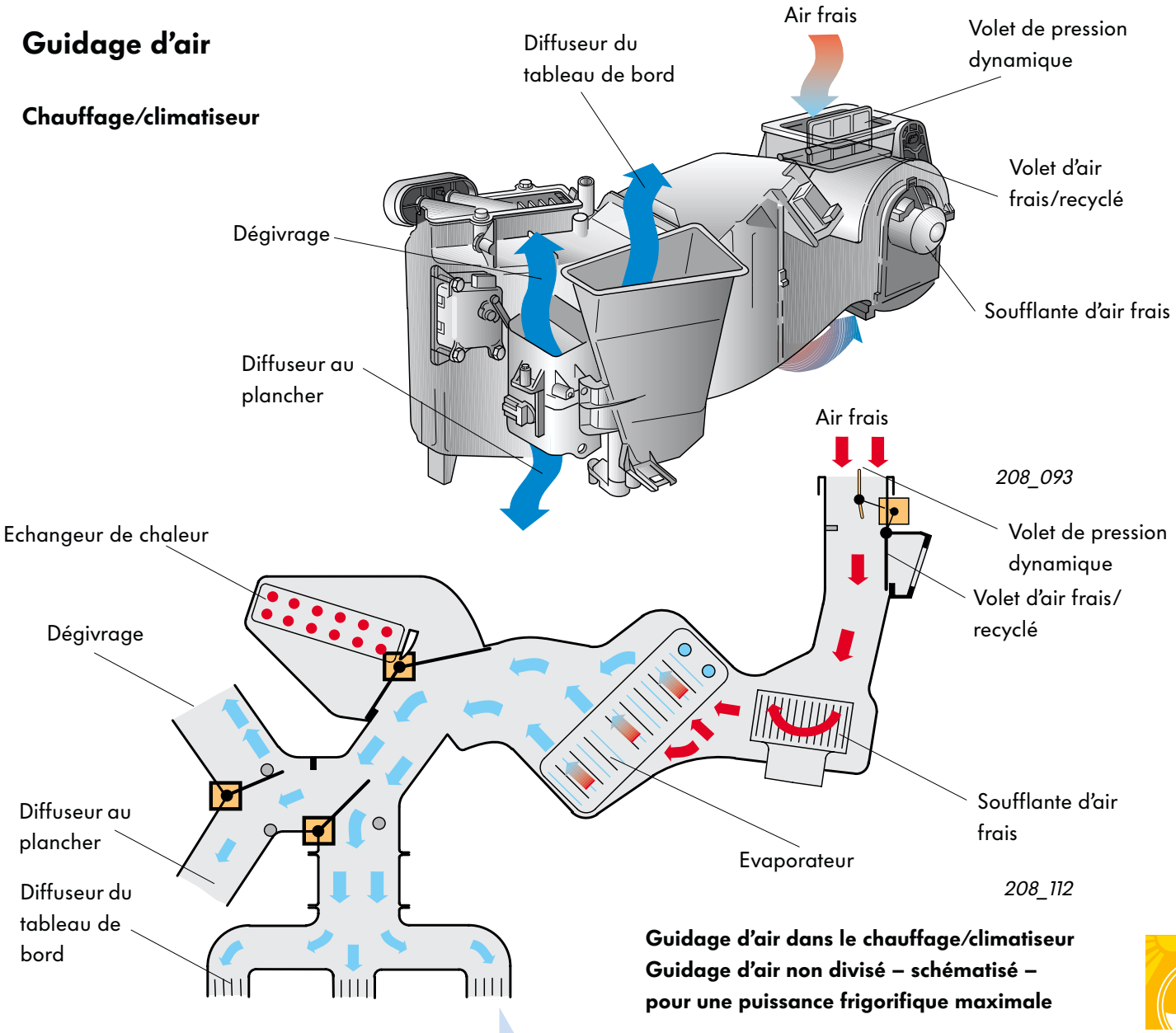
Information des transmetteurs

Servomoteur avec potentiomètre

208_092

Guidage d'air

Chauffage/climatiseur



Guidage d'air dans le chauffage/climatiseur
Guidage d'air non divisé – schématisé – pour une puissance frigorifique maximale

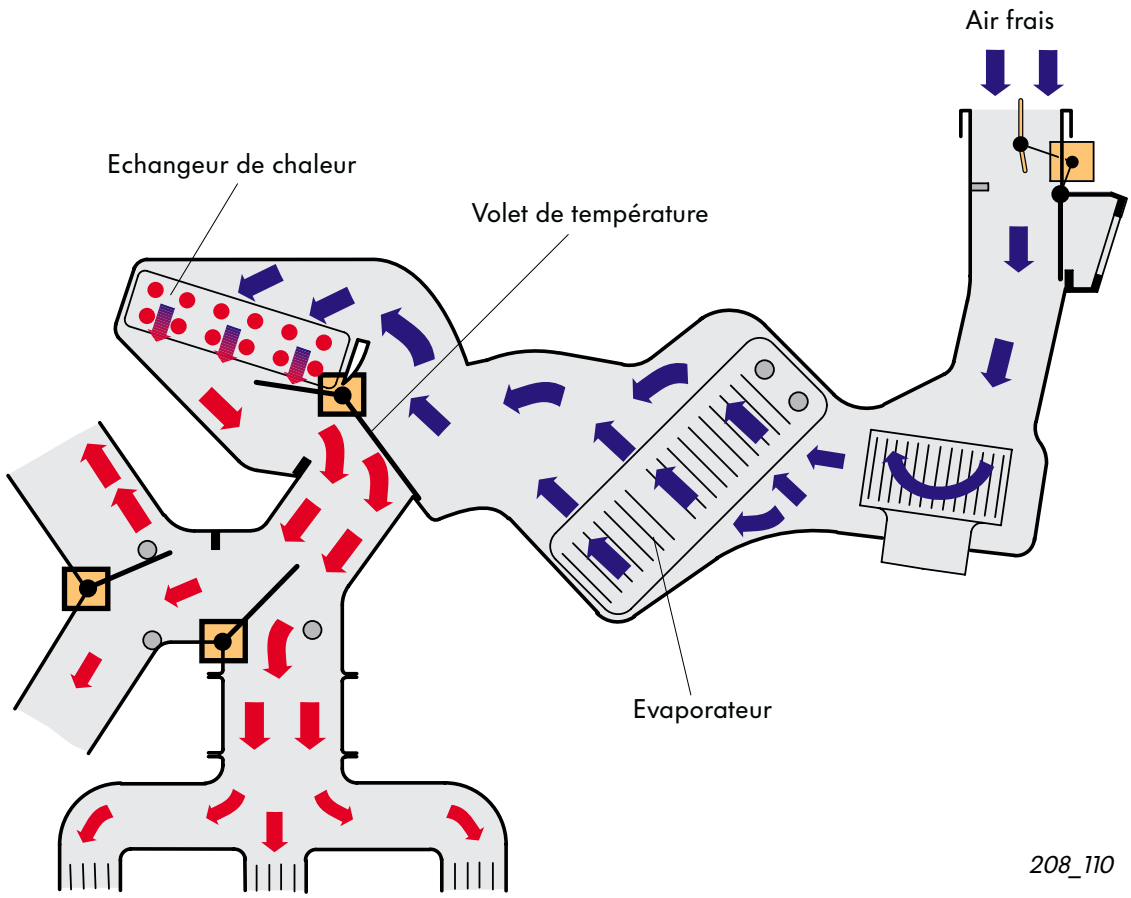
De l'air frais très chaud est dirigé en direction des diffuseurs via l'évaporateur. Canal vers échangeur de chaleur fermé.

Le guidage et la répartition de l'air sont toujours réalisés en fonction de la conception du système de chauffage/climatiseur considéré et du confort de conduite proposé.

On fait une différence fondamentale entre
- diffusion non divisée dans l'habitacle
- diffusion distincte pour côté gauche et droit de l'habitacle.

La seconde version exige naturellement un plus grand nombre de capteurs, actionneurs et volets d'air.

Régulation de la température



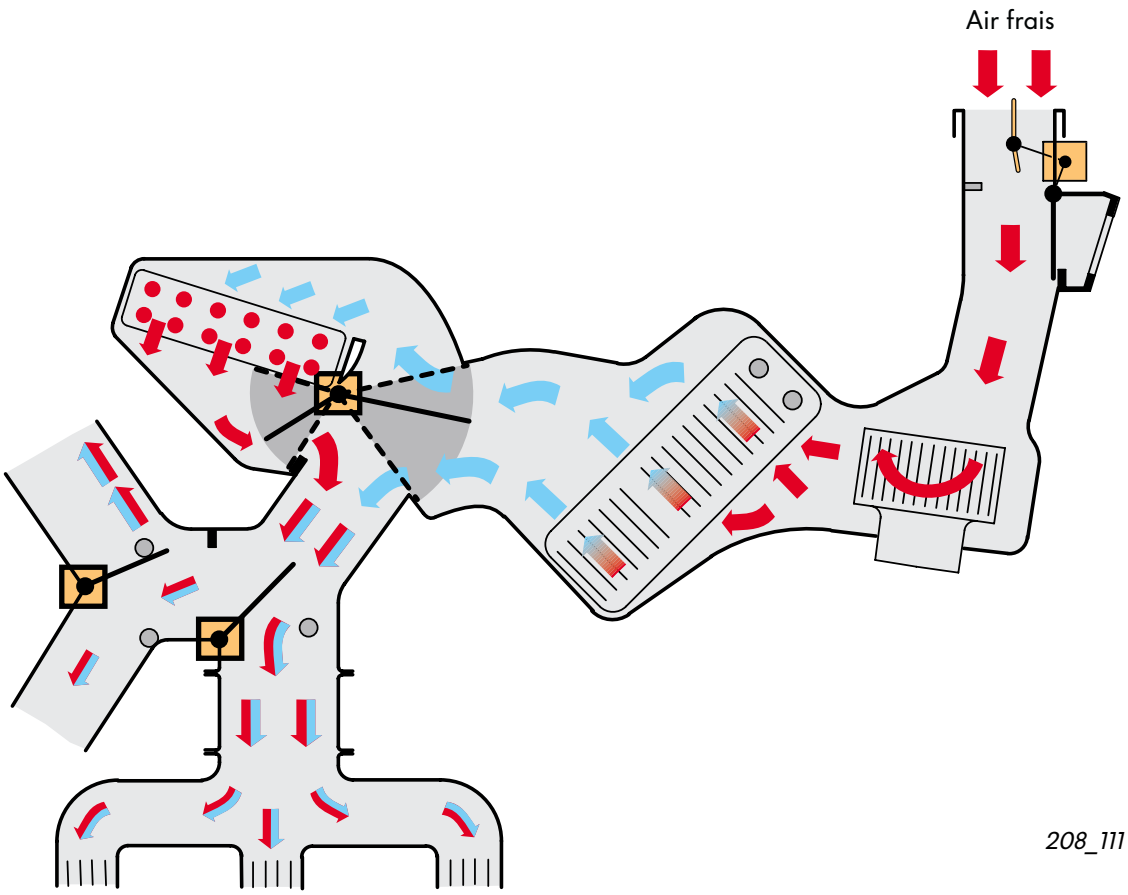
Guidage d'air dans le chauffage/climatiseur
Guidage d'air non divisé – schématisé –
pour une puissance de chauffage maximale

Climatiseur coupé,
chauffage en circuit

De l'air frais très froid traverse l'évaporateur, l'évaporateur est hors service.
La totalité de l'air frais et guidée et réchauffée via l'échangeur de chaleur.

La constitution de base de tous les systèmes de chauffage/climatisation reprend celle représentée dans notre schéma :

- Entrée d'air extérieur
- Entrée d'air pour recyclage (le cas échéant)
- Soufflante d'air frais
- Evaporateur (pour refroidissement de l'air)
- Echangeur de chaleur (pour réchauffement de l'air)
- Volets de positionnement et canaux pour un guidage ciblé de l'air (plancher, dégivrage, diffuseurs du tableau de bord).

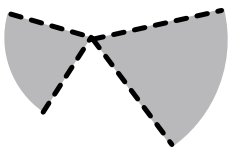


208_111

Guidage d'air dans le chauffage/climatiseur
Guidage d'air non divisé – schématisé –
en mode mixte

Climatiseur et
chauffage en circuit

De l'air frais chaud traverse l'évaporateur pour y être refroidi. L'air frais devient trop froid ; une partie passe donc par l'échangeur de chaleur, en vue d'obtenir la température sélectionnée au niveau des diffuseurs.



208_114

= Plage de réglage individuelle

En cas d'air frais humide et frais, il également possible de sélectionner le mode climatisation.
On obtient alors un effet d'absorption de l'humidité de l'air par l'évaporateur, les glaces sont désembuées.

Régulation de la température

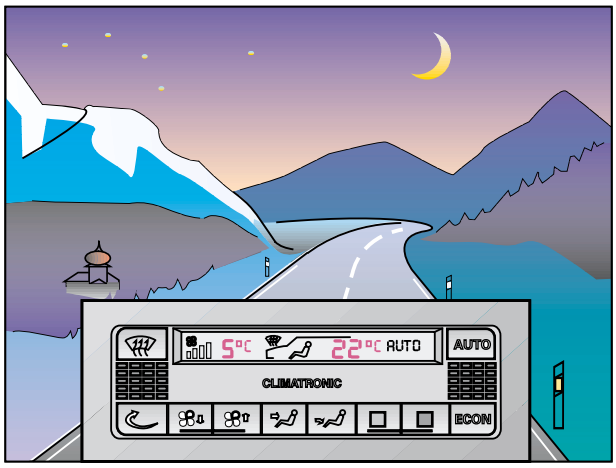
Température extérieure différente

Température intérieure identique

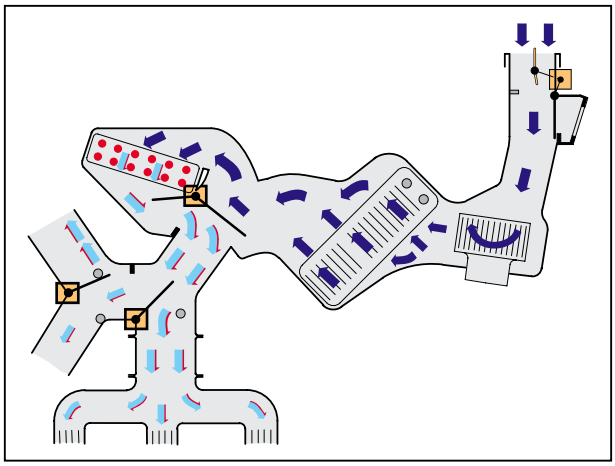
par

commande automatique des volets et

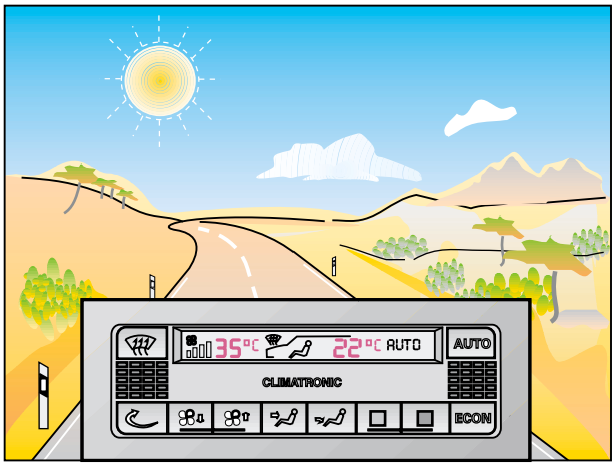
coupure et mise en circuit du climatiseur



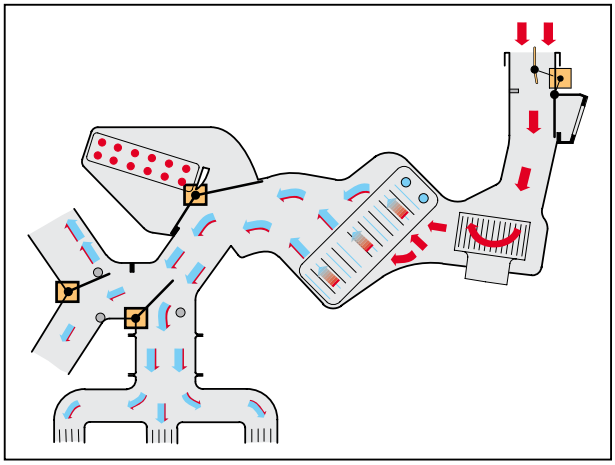
208_094



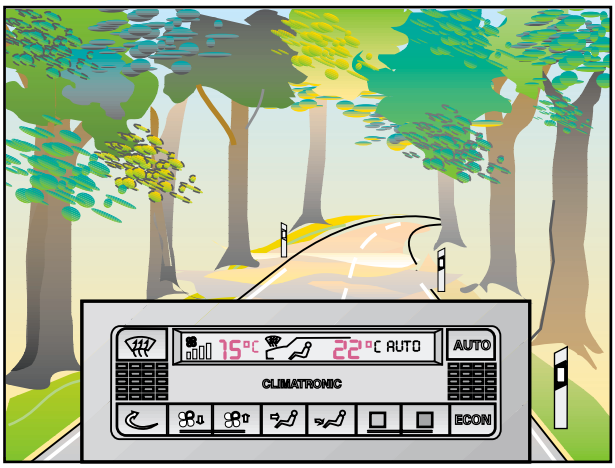
208_095



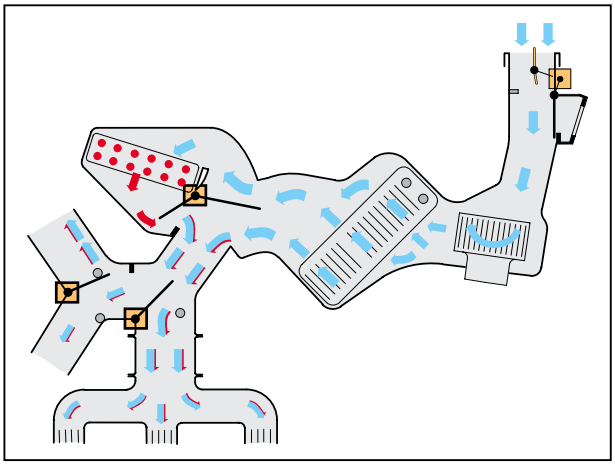
208_096



208_097

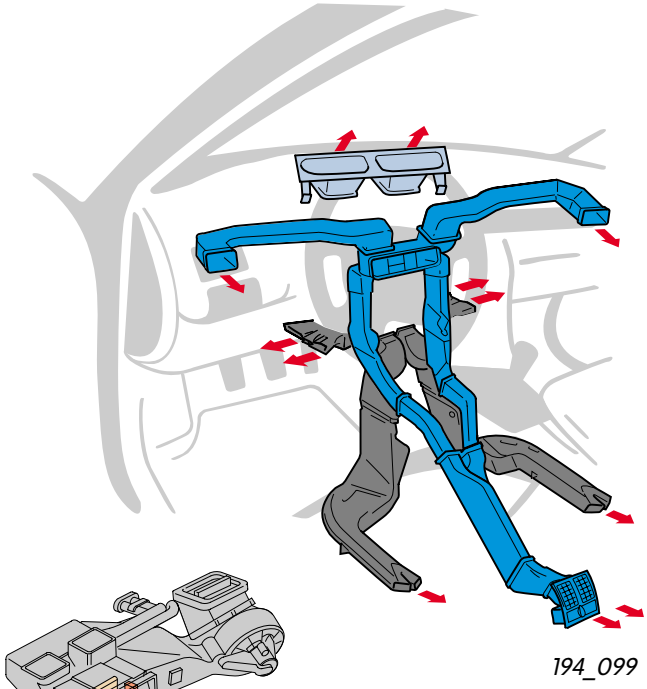


208_098

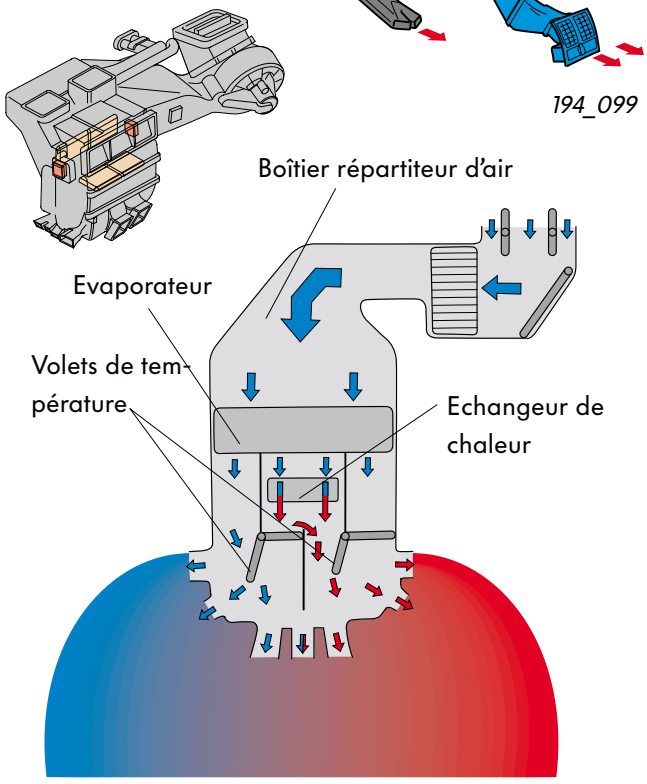


208_099

Répartition d'air – divisée avec système automatique
(en prenant pour exemple l'Audi A6)



194_099



208_100

La répartition d'air dans le véhicule est dans ce cas obtenue côté air par des volets incorporés dans le climatiseur
(sur l'Audi A8, la régulation s'effectue côté eau).

Le flux d'air est dirigé vers les différents diffuseurs, en fonction de la commande des volets.

Tous les volets sont pilotés électriquement par les servomoteurs.

Le réglage des volets s'effectue soit automatiquement après déroulement du programme ou par actionnement manuel au niveau de l'unité de commande et d'affichage.

Volets de température

La température pour les côtés gauche et droit de l'habitacle peut, sur cette version, être réglée distinctement et à une valeur différente.

Dans le boîtier répartiteur d'air, le flux d'air se subdivise en froid/chaud et partie gauche/droite de l'habitacle.

Suivant le désir de température, la proportion d'air chaud et froid destiné à l'habitacle est réglée au moyen des volets de température.

Les volets de température sont actionnés par
- un servomoteur destiné à la partie gauche de l'habitacle
- et un servomoteur destiné à la partie droite de l'habitacle.

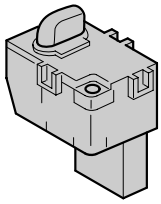
Régulation de la température

Synoptique d'un climatiseur à régulation électronique

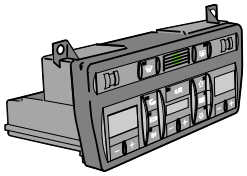
(avec régulation de la température de l'air distincte pour les côtés droits et gauche de l'habitacle, en prenant pour exemple l'Audi A6)

Capteur

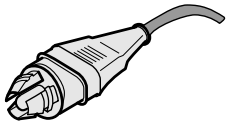
Cellule photoélectrique
pour rayonnement solaire G107



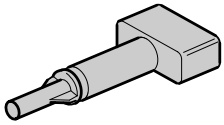
Détecteur de température
du tableau de bord G56
avec soufflante pour
détecteur de température V42



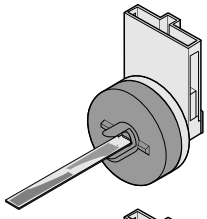
Détecteur de température
extérieure G17



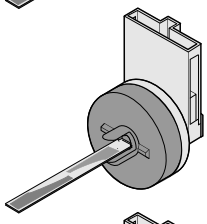
Détecteur de température
canal d'aspiration d'air frais G89



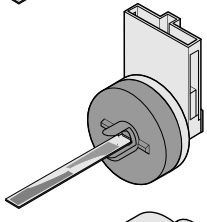
Transmetteur de température de
diffuseur droit G151



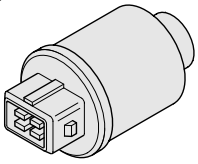
Transmetteur de température de
diffuseur gauche G150



Transmetteur de température de
diffuseur au plancher G192



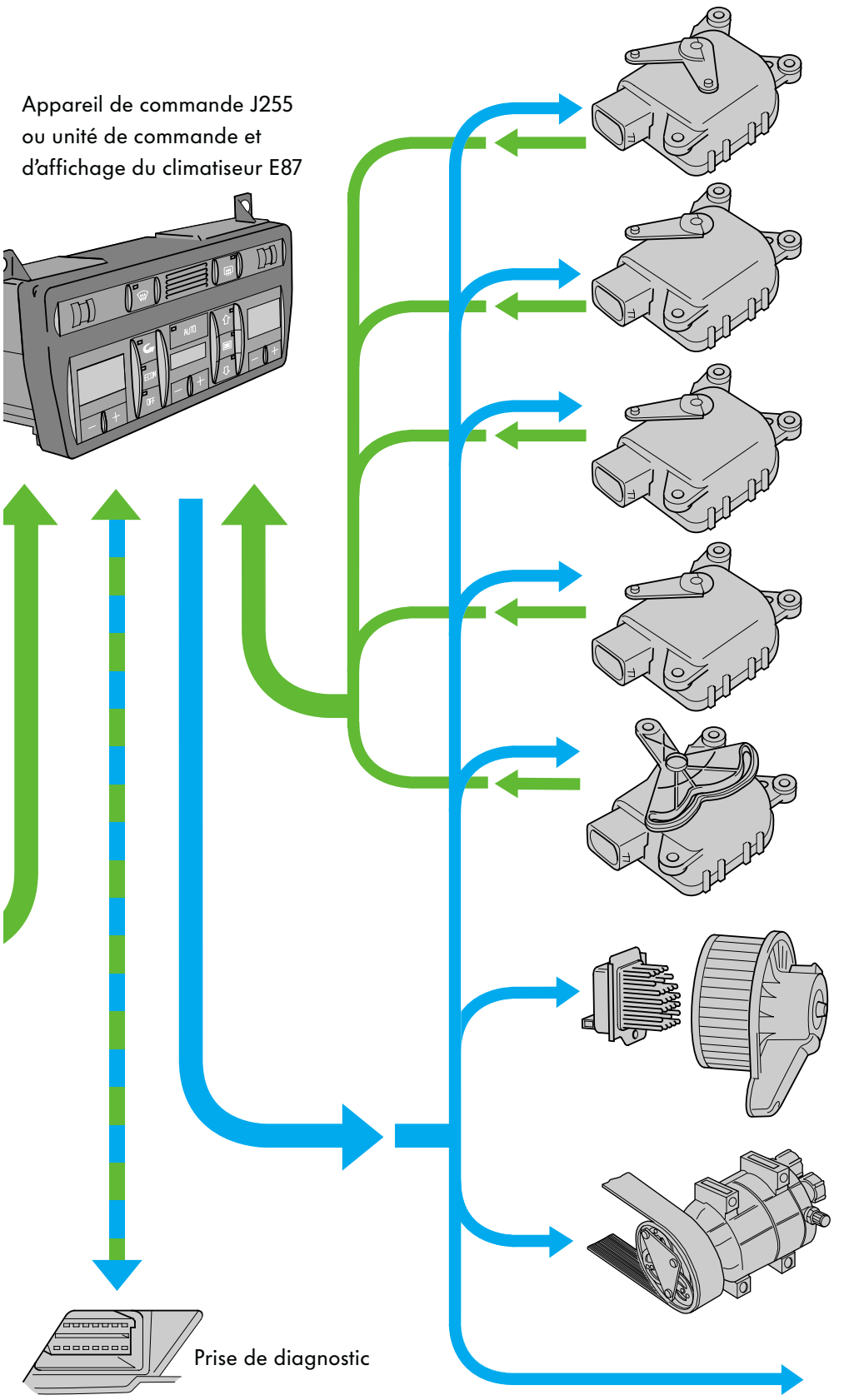
Contacteur de pression pour climatiseur F129



Signaux supplémentaires

La température peut être réglée individuellement entre 18 °C et 29 °C pour les côtés gauche et droit de l'habitacle.

Les volets de température assurant la répartition gauche/droite sont logés dans le boîtier répartiteur d'air.



Actionneurs

Servomoteur pour volets de pression dynamique et volet d'air frais/air recyclé V71
avec potentiomètre G113

Servomoteur pour volet de dégivrage V107
avec potentiomètre G135

Servomoteur pour volet de température gauche V158
avec potentiomètre G220

Servomoteur pour volet de température droit V159
avec potentiomètre G221

Servomoteur pour volet central et volet au plancher V70
avec potentiomètre G112

Soufflante d'air frais V2 et appareil de commande de soufflante J126

Coupleur électromagnétique N25

Signaux supplémentaires

194_072

Régulation de la température

Mode air recyclé

Qu'entend-on par mode air recyclé ?

Le climatiseur dispose de deux modes de traitement de l'air : l'air extérieur ou l'air de l'habitacle (recirculation d'air). En mode air recyclé, l'air servant au refroidissement de l'habitacle n'est pas prélevé à l'extérieur, mais dans l'habitacle. On se contente donc de brasser et de tempérer l'air de l'habitacle du véhicule.

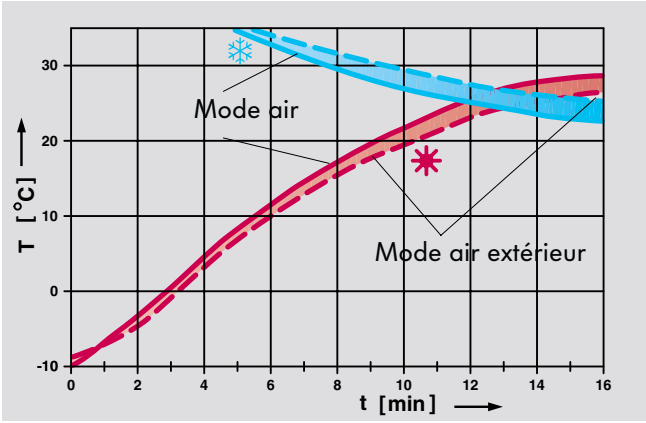
A quoi sert ce mode d'air recyclé ?

Le mode air recyclé permet le refroidissement le plus rapide de l'air dans l'habitacle. En effet, comme on utilise plusieurs fois l'air de l'habitacle, il devient de plus en plus frais. En cas de réchauffement de l'habitacle, c'est l'effet inverse qui se produit, le réchauffement est plus rapide.
Un effet secondaire positif :
En mode refroidissement, la puissance requise de l'évaporateur ou la puissance d'entraînement du compresseur en mode recyclage d'air est plus que réduite de moitié.
En plus d'un refroidissement/réchauffement rapide, le mode air recyclé sert à éviter la pollution de l'air extérieur (mauvaises odeurs, pollen).

En quoi le mode air recyclé peut-il présenter des inconvénients ?

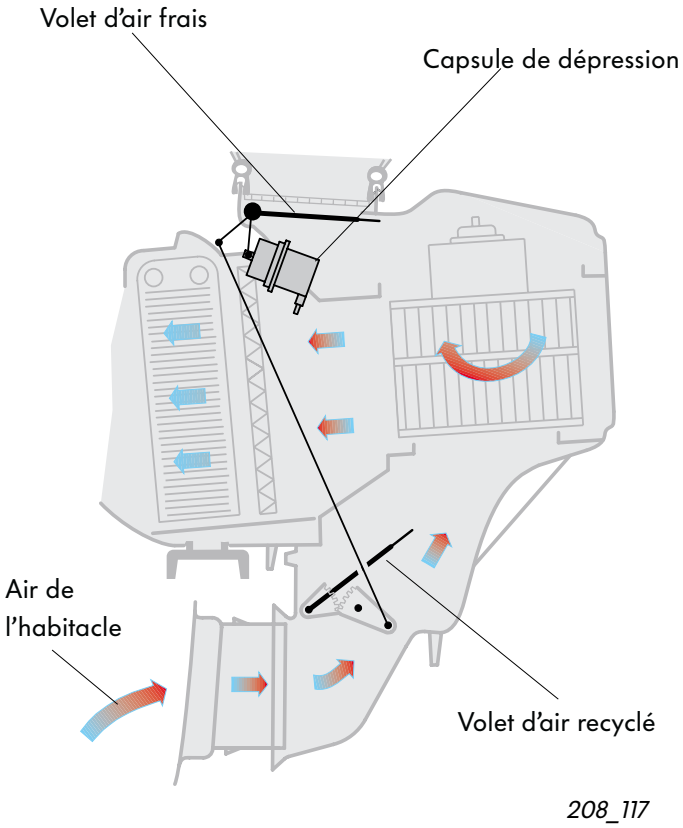
En mode air recyclé, il n'y a pas d'échange d'air. L'air est "vicié". Il ne faut donc pas utiliser ce mode plus longtemps que nécessaire, 15 minutes maximum.
En mode air recyclé, l'humidité propre des occupants fait augmenter l'humidité de l'air dans l'habitacle. Dès que le point de rosée de l'air à l'intérieur de l'habitacle est plus élevé que la température des glaces, ces dernières se couvrent de buée.

C'est pourquoi le mode air recyclé est bloqué automatiquement en mode dégivrage.



208_089

Valeurs moyennes pour le refroidissement/le réchauffement d'un véhicule en mode air extérieur/air recyclé

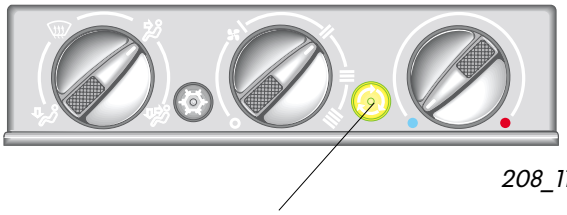


208_117

Climatisation du véhicule en mode air recyclé – commandée pneumatiquement

Mode air recyclé manuel

Sur les climatiseurs manuels, la commande et l'actionnement du mode air recyclé sont la tâche du conducteur.
Il décide quand et pendant combien de temps utiliser ce mode.



208_118

Touche air recyclé – climatiseur manuel

Après actionnement de la touche d'air recyclé, le réglage des volets est assuré pneumatiquement par dépression.

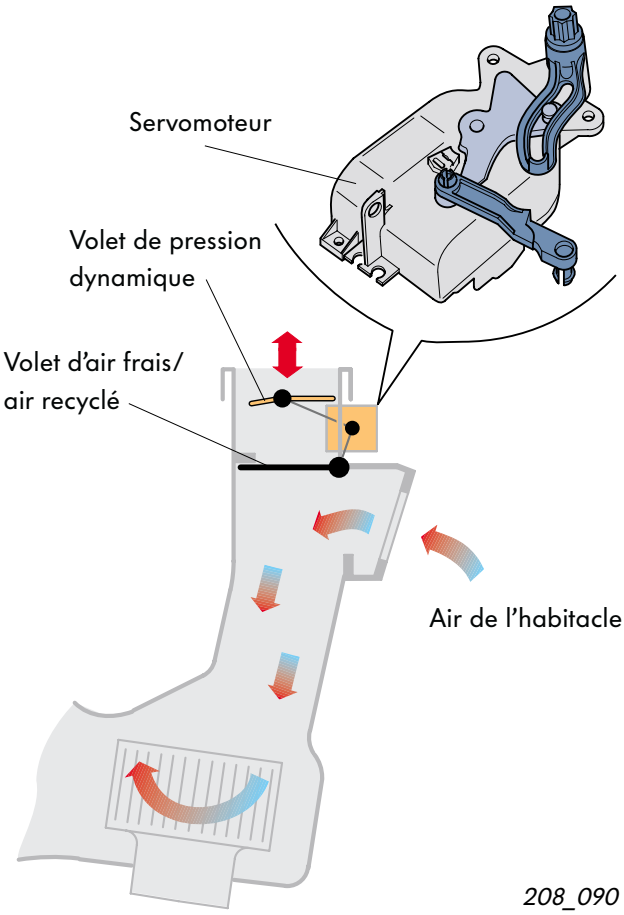
Même dans le cas des climatiseurs automatiques, le mode air recyclé est la plupart du temps sélectionné manuellement par le conducteur.
Le réglage du volet d'air frais/air recyclé est alors assuré électriquement par un servomoteur.

207_043

Touche air recyclé – climatiseur automatique

Les deux systèmes ont en commun
- Volet d'air frais fermé
  = volet d'air recyclé ouvert
- Volet d'air frais ouvert
  = volet d'air recyclé fermé

Le réglage du volet d'air recyclé et celui du volet de pression dynamique sont assurés simultanément par le servomoteur du volet d'air recyclé.



208_090

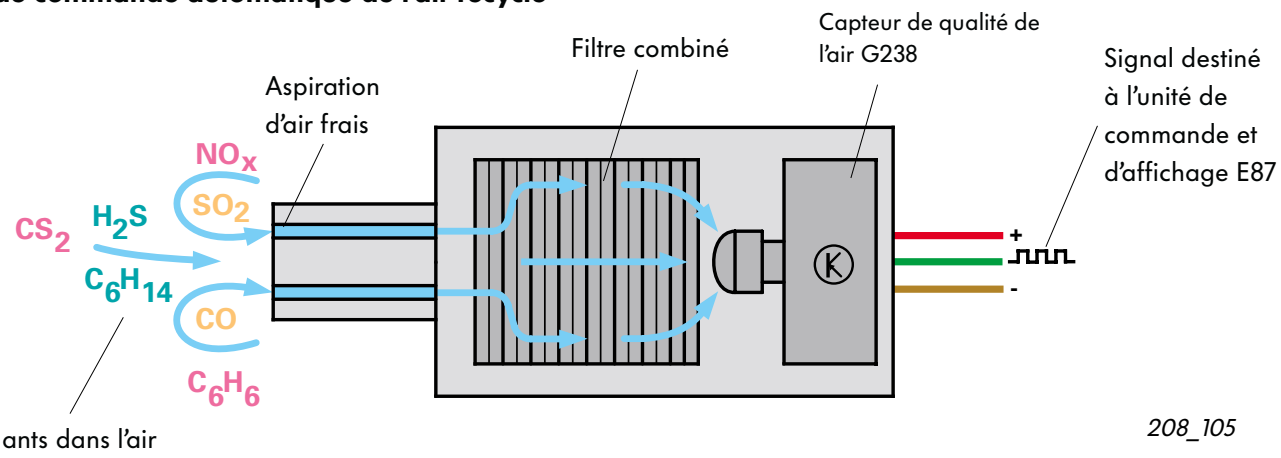
Climatisation du véhicule en mode air recyclé – à commande électrique

Certaines versions de climatiseurs automatiques permettent déjà la commande automatique du mode air recyclé.
Dès que des polluants sont détectés dans l'air extérieur, l'arrivée d'air frais est coupée.

Ces climatiseurs sont équipés de composants supplémentaires.

Régulation de la température

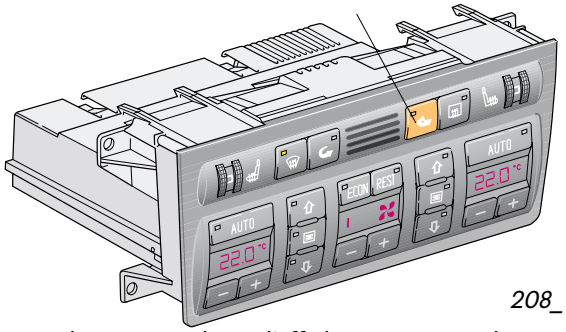
Mode commande automatique de l'air recyclé



208_105

Sur les systèmes à commande manuelle du recyclage de l'air, le passage en mode recirculation d'air est, logiquement, déclenché par le conducteur lorsqu'il perçoit une mauvaise odeur, c'est-à-dire lorsque l'air pollué a déjà pénétré dans l'habitacle. Sur les systèmes à mode air recyclé automatique, la ventilation du véhicule est fermée dès la détection de polluants dans l'air (par un capteur), soit avant même que la mauvaise odeur ne puisse pénétrer dans le véhicule. Le mode air recyclé automatique peut être mis manuellement en et hors circuit.

Touche de sélection/arrêt de la fonction



208_108

Unité de commande et d'affichage avec mode air recyclé automatique

Composants du système

- Capteur de qualité de l'air G238
  Un composant électronique monté au niveau de l'admission d'air frais, en amont du filtre combiné.
- Filtre combiné
  Le filtre combiné remplace le filtre à poussière et le filtre à pollen. Il se compose d'un filtre à particules renfermant du charbon actif.

Principe de fonctionnement

Un capteur de gaz détecte les polluants dans l'air extérieur. En cas de concentration de polluants élevée, il envoie un signal à l'appareil de commande du climatiseur, demandant une commutation air frais/air recyclé. Lorsque la concentration de polluants chute à nouveau, de l'air en provenance de l'extérieur est à nouveau admis dans l'habitacle.

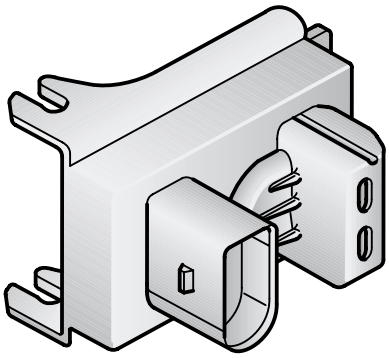
Quels sont les polluants détectés ?

Dans les gaz d'échappement des moteurs à essence, essentiellement :
CO - monoxyde de carbone
C_6H_{14} - hexane
C_6H_6 - benzène
C_7H_{16} - n-heptane

Dans les échappements des moteurs diesel :
NO_X - oxydes d'azote
SO_2 - dioxyde de soufre
H_2S - hydrogène sulfuré
CS_2 - sulfure de carbone

Capteur de qualité de l'air G238

Son principe s'apparente à celui d'une sonde lambda.
L'élément de mesure est un capteur en oxydes mixtes réalisé en technique de semi-conducteurs (oxyde stannique - SnO_2).
La sensibilité aux gaz toxiques est accrue au moyen d'additifs catalytiques en platine et palladium.
La température de service du capteur est de l'ordre de 350 °C. Sa consommation de 0,5 watt est très faible.



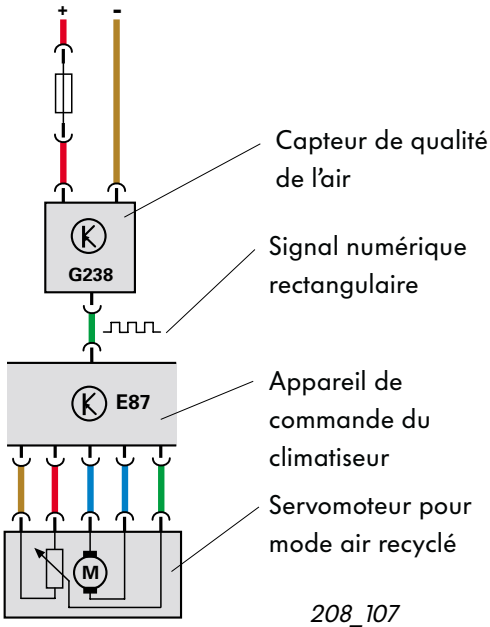
208_106

Capteur de qualité de l'air G238

Electronique d'évaluation du capteur

L'électronique d'évaluation, qui est intégrée dans le module du capteur, réagit aux variations de conductibilité du capteur.
Des sensibilités élevées sont atteintes.

Le système est "autoadaptatif".
L'électronique détermine la teneur moyenne en polluants de l'air extérieur et envoie des informations sur la nature et la concentration des polluants via un signal rectangulaire à l'appareil de commande du climatiseur.



208_107

L'appareil de commande ferme alors le volet d'air recyclé en présence de pointes de pollution, en fonction de la température extérieure et de l'importance de la pollution.

Cela évite une commutation constante sur air de recirculation dans les zones fortement polluées.

Indépendamment de l'évaluation électroniques, certains systèmes passent sur air recyclé lorsque l'on actionne l'essuie-glace/lave-glace.

Température extérieure	Pollution de l'air	Air recyclé
> +2 °C	faible augmentation	oui 25 s minimum
> +2 °C	faible	non
+2 °C ... –5 °C	augmentation plus importante	oui
< –5 °C	augmentation plus importante	15 secondes maximum
Mode ECON compresseur coupé		15 secondes maximum
Mode dégivrage		non
Phase de réchauffage du capteur env. 30 secondes		non

Maintenance

Le capteur de qualité de l'air n'est pas sujet à l'usure. Il faut remplacer le filtre combiné suivant la périodicité d'entretien.

Mesures de sécurité lors de travaux sur les véhicules équipés d'un climatiseur et lors de la manipulation du réfrigérant R134a

Les travaux sur les véhicules équipés d'un climatiseur et la manipulation du réfrigérant exigent le respect de règles de comportement et de sécurité strictes afin de ne pas compromettre la santé des personnes si du réfrigérant venait à s'échapper.

Des travaux effectués sans tenir compte des règles peut également provoquer l'endommagement du climatiseur, ce qu'il convient d'éviter absolument dans l'intérêt d'un service clientèle professionnel.

Porter des gants de protection

Porter une protection oculaire

Flamme et feu nu interdits. Interdit de fumer

208_085

Remarque importante !

Préparer et effectuer les travaux d'ordre général (tels que dépose du radiateur ou du moteur) sur le véhicule de façon à ne pas avoir à ouvrir le climatiseur.
Eviter tout contact immédiat avec le réfrigérant afin d'éviter le risque de gelures de la peau.
Le réfrigérant qui s'échappe a une température de –26 °C.
S'il est indispensable d'ouvrir le circuit de réfrigérant lors de réparations sur le véhicule, il faut confier le véhicule à un atelier régional spécialisé où la vidange du climatiseur pourra être effectuée par des spécialistes !

Seuls ces ateliers disposent des équipements appropriés pour aspirer le réfrigérant dans les règles de l'art. Ces équipements permettent en outre le recyclage et la réutilisation du réfrigérant.

Quel est le comportement à adopter, si, malgré toutes les précautions prises, du réfrigérant s'est échappé et est entré en contact avec des parties du corps ?

Si du réfrigérant liquide a pénétré dans les yeux, ceux-ci doivent être rincés à l'eau claire pendant 15 minutes.
Appliquer ensuite des gouttes pour les yeux et consulter un médecin, même si les yeux ne font pas mal.
Indiquer au médecin que du réfrigérant a été à l'origine de l'accident.

En cas de contact avec la peau, enlever immédiatement les vêtements ayant reçu des gouttes de réfrigérant et rincer la peau à grande eau.

Il est interdit d'effectuer des soudures, des brasures ou des étamages sur les pièces d'un climatiseur rempli de réfrigérant.

Ceci vaut également pour les soudures, brasures et étamages à effectuer sur le véhicule s'il y danger d'échauffement des pièces du climatiseur.
Dans le cas d'une réparation de peinture, la température des pièces ou organes ne doit pas dépasser 80 °C dans l'étuve ou à sa proximité.

Pourquoi cela est-il interdit ?

L'échauffement provoque une forte surpression dans le circuit, risquant d'entraîner l'ouverture du clapet de décharge de surpression. Au cours du soudage électrique, il y a libération de rayons ultraviolets invisibles qui traversent les conduites de réfrigérant et décomposent ce dernier.

Quel comportement faut-il absolument adopter ?

Il est interdit de réparer des pièces endommagées ou non étanches du climatiseur en effectuant une soudure ou un brasage, il convient de les remplacer systématiquement.
Il faut préalablement vidanger le circuit de réfrigérant à l'aide de la station d'aspiration/recyclage.

N'effectuer des travaux sur le circuit de réfrigérant que dans des locaux bien aérés. Ne pas stocker le réfrigérant dans des puits ou près de fenêtres de sous-sol.

Pourquoi cela est-il interdit ?

Le réfrigérant gazeux est incolore et inodore. Il est également plus lourd que l'air et peut donc refouler l'oxygène et s'accumuler dans des locaux en contrebas. S'il advenait malgré le respect de toutes les mesures de sécurité que du réfrigérant s'échappe, il y a un risque d'asphyxie impossible à déceler au préalable dans les locaux difficiles à aérer ou les fosses de montage.

208_119

Bien que le réfrigérant ne soit pas inflammable, il est interdit de fumer ou d'effectuer soudures ou brasures ou étamages dans des locaux dont l'air renferme du réfrigérant.

Pourquoi ?

La température élevée produite par une flamme nue ou un corps incandescent provoque la décomposition chimique du réfrigérant.
L'inhalation des produits toxiques de cette décomposition chimique provoque des quintes de toux et des nausées.

Quel comportement faut-il absolument adopter ?

Si une personne a respiré des vapeurs à haute concentration de réfrigérant, la conduire immédiatement à l'air frais et appeler un médecin.
En cas de difficultés respiratoires, lui faire respirer de l'oxygène.
Si la victime ne respire plus que difficilement ou plus du tout, repousser sa tête dans la nuque et pratiquer la respiration artificielle.

Pourquoi des ateliers régionaux spécialisés et appareillages spéciaux pour les climatiseurs ?

Le circuit de réfrigérant est un système fermé.
En vue d'un fonctionnement correct :

- le réfrigérant dit être propre
- le réfrigérant ne doit pas avoir absorbé d'humidité
- le système de conduites doit être, avant remplissage, vide d'air (faire le vide) et sec
- il est seulement autorisé d'utiliser des pièces de rechange d'origine, conçues pour résister à l'huile frigorigène.

Pour éviter pollution et dommages corporels

- ne pas effectuer le remplissage du réfrigérant à l'air libre
- éliminer le réfrigérant dans le respect de l'environnement.

Les appareillages spéciaux développés pour les climatiseurs répondent à ces exigences. Mais ils sont coûteux, raison pour laquelle ils ne sont pas disponibles partout mais seulement proposés dans les ateliers régionaux spécialisés dans la remise en état des climatiseurs.

Le travail sur les circuits des climatiseurs exige

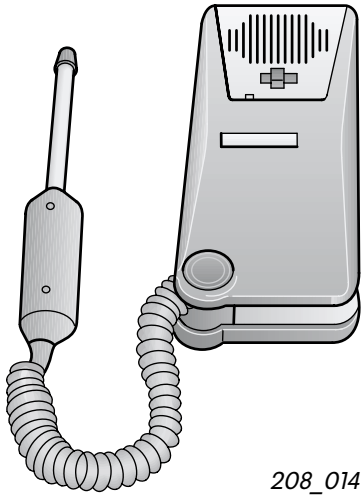
- des connaissances spécialisées pour une réparation dans les règles de l'art
- la connaissance des prescriptions de sécurité et des consignes de stockage des récipients sous pression
- la preuve d'une spécialisation (suivant pays).

Cette garantie vous est donnée par les spécialistes des ateliers régionaux spécialisés dans la remise en état des climatiseurs.

Quels sont les appareillages dont disposent les ateliers régionaux spécialisés dans la remise en état des climatiseurs pour travailler dans les règles de l'art et sans pollution ?

Pour les travaux de contrôle sur le véhicule – le détecteur de fuite

La raison d'une puissance frigorifique insuffisante peut tenir à une perte de réfrigérant due à des conduites non étanches.
De petits défauts d'étanchéité (endommagement externes) ne peuvent, en raison de la faible quantité de réfrigérant qui s'écoule, être détectés qu'à l'aide de détecteurs de fuite appropriés. Ces derniers permettent de détecter des défauts d'étanchéité de moins de 5 grammes de perte de réfrigérant par an.



208_014

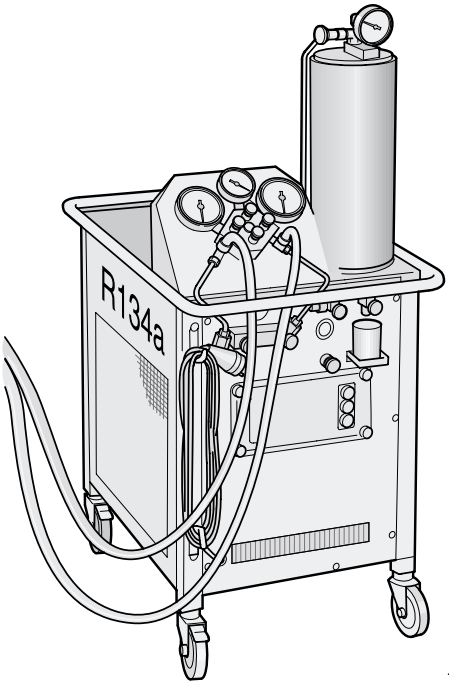
Pour contrôler, aspirer, faire le vide, remplir – la station d'aspiration/recyclage

Cette station permet de satisfaire à toutes les exigences en matière de technique du froid qui s'imposent lors de la maintenance, du contrôle et de la mise en service d'un climatiseur automobile.

Différents fabricants proposent ce type de station. Une station se compose des équipements suivants : cylindre de remplissage, batterie de manomètres, pompe à vide, vannes d'arrêt, flexibles de remplissage.
Elles est complétée par des adaptateurs à coupleur rapide pour les raccords SAV des zones haute et basse pression du circuit de réfrigérant.

Les stations permettent d'effectuer la vidange, de faire le vide et de remplir le climatiseur automobile. Le réfrigérant aspiré est recyclé dans la station (il est séché et débarrassé des particules en suspension) et peut être réutilisé pour le remplissage du climatiseur après réparation.

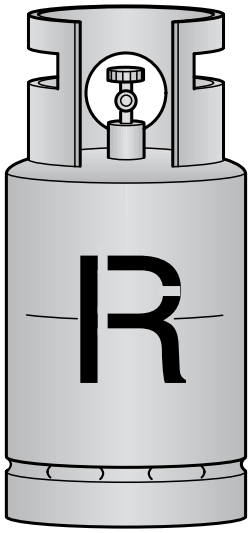
En raison de la législation interdisant les CFC et halogénés, il n'est pas autorisé de procéder à des travaux sur les climatiseurs sans station de recyclage.
La manipulation de la station exige un personnel qualifié.



208_113

Pour l'élimination du réfrigérant – le flacon de recyclage

Un réfrigérant fortement souillé, en raison par exemple d'endommagements internes du compresseur, ne doit pas être nettoyé. Il faut l'aspirer à l'aide d'une station d'aspiration dotée d'un flacon de recyclage dans laquelle il faut faire le vide au moment de la réception et l'envoyer au service en assurant l'élimination.
Ne remplir les flacons de recyclage qu'à 75 % du poids de remplissage indiqué (une expansion du réfrigérant sous l'effet de la chaleur doit être possible). Il faut par conséquent le peser durant le remplissage à l'aide d'un peson étalonné (tenir compte de la législation sur les récipients sous pression !).

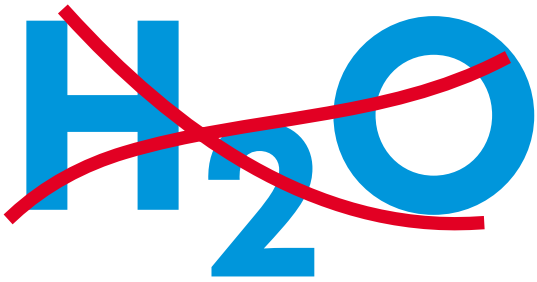


208_086

Influences sur le fonctionnement d'un climatiseur - Généralités

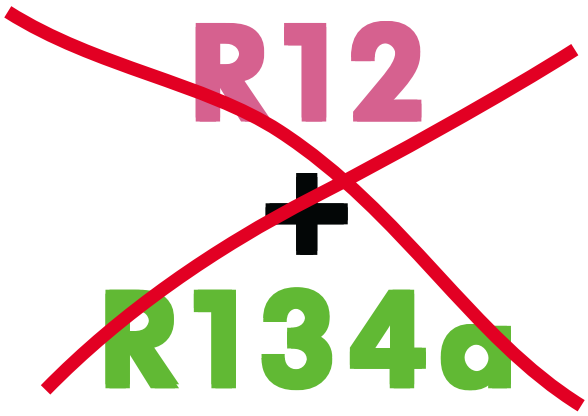
La puissance frigorifique du climatiseur peut être diminuée en cas de défauts mécaniques (défauts du compresseur par exemple) ou bien pour des raisons chimiques ou physiques.
Le réfrigérant peut, notamment, exercer par ses propriétés une influence sur le fonctionnement. C'est pourquoi il est important, et ce non seulement pour les spécialistes utilisant l'appareillage SAV destiné aux climatiseurs mais aussi pour les agents du Service Après-vente, de posséder de bonnes connaissances générales des climatiseurs.

Réfrigérant et humidité



L'eau ne se dissout que dans une très faible proportion dans le réfrigérant liquide. Par contre, la vapeur de réfrigérant et la vapeur d'eau se mélangent dans n'importe quelle proportion.
Si le déhsydrateur du réservoir de liquide ou du collecteur a déjà absorbé 6 à 12 grammes d'eau – en fonction de la version, ce qui ne représente qu'une quantité relativement faible – son fonctionnement n'est plus garanti. S'il y a un excédent d'eau, cette eau est entraînée sous forme de gouttelettes dans le circuit de réfrigérant. Elle est refoulée jusqu'à la buse du clapet de détente ou l'étrangleur et givre.
La puissance frigorifique s'en trouve diminuée.
L'eau détruit le climatiseur étant donné qu'à des pressions et températures élevées, des acides sont produits par liaison avec d'autres impuretés.

Réfrigérant et réfrigérant



Il est interdit de mélanger les réfrigérants entre eux (propriétés chimiques et physiques différentes, huiles différentes).
N'utiliser que le réfrigérant prévu pour le climatiseur considéré.
Les climatiseurs ne pouvant plus, en raison de l'interdiction des halogénés, être remplis avec du R12 doivent faire l'objet d'une conversion suivant des directives spéciales.

Réfrigérant et matières plastiques

Le réfrigérant dissout certaines matières plastiques. Ces matières plastiques dissoutes peuvent se déposer en refroidissant dans le clapet de détente ou sur l'étrangleur et les boucher. C'est pourquoi il ne faut utiliser que des pièces de rechange d'origine pour les joints et raccords.

Réfrigérant et métaux

A l'état pur, le réfrigérant R134a présente une structure chimique stable et n'attaque ni le fer ni l'aluminium. Des impuretés dans le réfrigérant, dues par exemple à des liaisons avec du chlore, peuvent cependant provoquer l'attaque de certains métaux ou certaines matières plastiques. Cela peut entraîner des colmatages, défauts d'étanchéité ou dépôts sur le piston du compresseur. Il ne faut donc utiliser que des pièces de rechange d'origine adaptées au R134a.

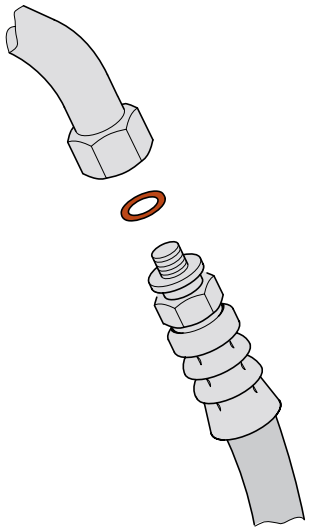
Pour cette raison, la conversion de climatiseurs utilisant du réfrigérant R12 pour les faire fonctionner avec du R134a, avec l'huile frigorigène appropriée, n'est possible qu'en suivant les directives spéciales du constructeur (retrofit).

Circuit de réfrigérant et impuretés

Un circuit de réfrigérant rempli de R134a peut être nettoyé :
Pour éliminer les impuretés, l'humidité ou du réfrigérant vieilli, nettoyer le circuit à l'air comprimé séché puis éliminer l'humidité à l'azote.

Cette mesure s'impose si
- le circuit de réfrigérant a été ouvert plus longtemps que le temps de montage normal (p. ex. après un accident),
- on ne connaît pas la quantité d'huile frigorigène contenue dans le circuit,
- il faut remplacer le compresseur en raison d'un endommagement interne.

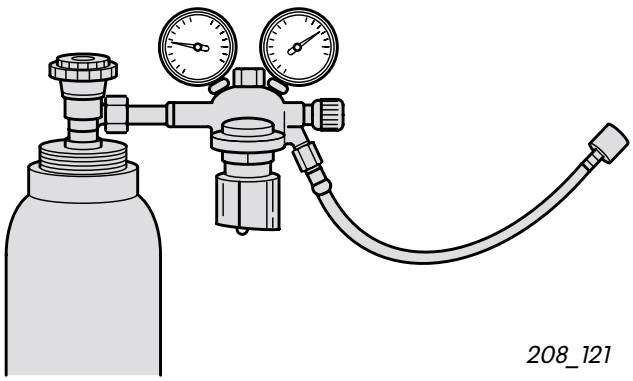
Le mélange gazeux s'échappant des composants doit impérativement être aspiré à l'aide du système d'aspiration de l'atelier.



208_120

N'utiliser que des pièces de rechange d'origine !

Conversion pour utilisation du réfrigérant R134a à la place du R12



208_121

Diagnostic des défauts par contrôle de pression

Pour les travaux de maintenance, on dispose dans les zones basse et haute pression de raccords prévus pour la station d'aspiration/ recyclage servant

- au remplissage
- à la vidange
- à l'établissement du vide et
- au contrôle de pression.

Pour le contrôle de pression, relier la batterie de manomètres de la station. Le contrôle de pression s'effectue sur le climatiseur en circuit.

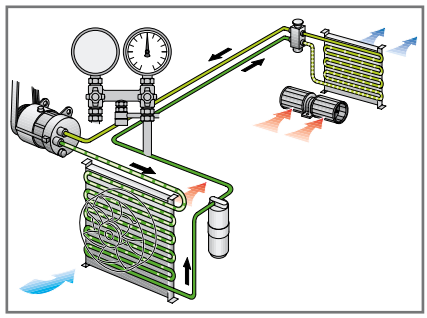
Un contrôle de pression constitue une intervention dans le circuit de réfrigérant via les raccords SAV.
Les flexibles de la batterie renferment alors toujours une quantité résiduelle de réfrigérant.
C'est la raison pour laquelle les contrôles de pression ne doivent être effectués que par les experts des ateliers régionaux spécialisés dans la remise en état des climatiseurs.

La température ambiante à moteur arrêté exerce toujours une influence sur la pression dans le circuit de réfrigérant.

A l'appui des valeurs de contrôle côté haute et basse pression, il est possible, à moteur tournant, de voir si un climatiseur fonctionne correctement.

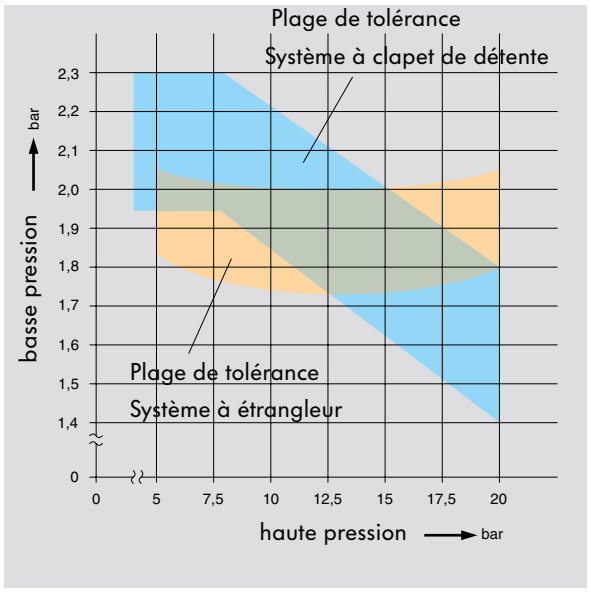
Il faut comparer les valeurs mesurées aux valeurs de contrôle du circuit de réfrigérant spécifique au véhicule consignées dans le Manuel de réparation étant donné qu'il existe de grosses différences d'un type à l'autre.

Les diagrammes de pression montrent les plages de tolérance pour les climatiseurs équipés d'un clapet de détente et ceux dotés d'un étrangleur.

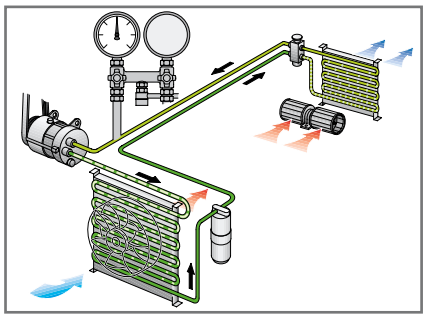


208_010

Raccord SAV haute pression



208_104



208_011

Raccord SAV basse pression

Diagnostic des défauts par autodiagnostic

Les climatiseurs ne sont pas tous aptes à l'autodiagnostic.

Sur les climatiseurs manuels, il n'est guère judicieux de procéder à un autodiagnostic (pratiquement pas de capteurs/actionneurs/ appareils de commande).

Dans certains cas toutefois, l'autodiagnostic englobe sur ces climatiseurs le circuit du compresseur et les capteurs assurant la coupure de sécurité.

Les climatiseurs automatiques dotés d'un appareil de commande autorisent dans une large mesure l'autodiagnostic.

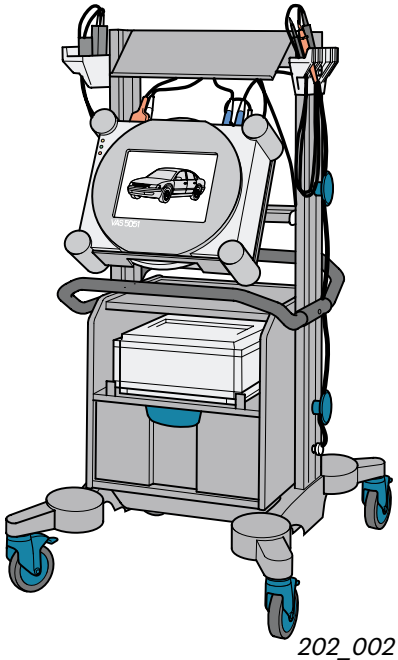
Adresse pour autodiagnostic :

08 - Electronique du chauffage/climatiseur

L'autodiagnostic peut être réalisé à l'aide du système de diagnostic embarqué, de métrologie et d'information VAS 5051,
du testeur des systèmes du véhicule V.A.G 1552 ou du lecteur de défauts V.A.G 1551.

Les défauts ayant une influence persistante sur le fonctionnement d'un climatiseur automatique sont mémorisés dans l'appareil de commande du climatiseur.
Sur certains systèmes comme le CLIMATRONIC, ces défauts sont signalés par clignotement durant quelques secondes de tous les symboles lorsque l'on met le contact d'allumage.

Les possibilités d'autodiagnostic et la marche à suivre sont précisées dans le Manuel de réparation "Chauffage, climatiseur" du type de véhicule considéré.
L'autodiagnostic peut être pratiqué par tous les ateliers étant donné qu'il n'implique aucune intervention sur le circuit du climatiseur (ouverture).



202_002

208_122

Information

Principales notions de technique de refroidissement

La technique de refroidissement fait appel, en vue de la climatisation de l'habitacle d'un véhicule, aux lois de la physique. Un fluide chimique, le réfrigérant, assure l'échange de chaleur.

Les relations existant en technique de refroidissement deviennent plus faciles à comprendre après rappel de certaines notions :

Chaleur → une forme d'énergie
- se mesure par la température en degrés
- par la quantité de chaleur en joules (calories)

peut être accumulée ou

changer d'état = réchauffer quelque chose (absorption de chaleur)

ou = refroidir quelque chose (cession de chaleur)

= se propage toujours en direction des températures plus basses

Froid → ne constitue en fait qu'un faible degré de chaleur.
Les températures inférieures au point de congélation de l'eau sont généralement qualifiées de froid.

Point critique → au delà duquel il n'existe pas de surface de séparation entre liquide et vapeur. Une matière ayant dépassé son point critique est toujours gazeuse. Si un gaz a été réchauffé au delà de son point critique, la liquéfaction n'est plus possible.

Point d'ébullition → température à laquelle une matière passe de l'état liquide à l'état gazeux. Le point d'ébullition est fonction de la pression, il augmente en cas d'augmentation de la pression.

Point de rosée → température à laquelle, en raison du refroidissement d'un gaz ayant une teneur en vapeur d'eau, on atteint le point de saturation. Si l'on poursuit le refroidissement, une partie de la teneur en vapeur se dépose sous forme de "condensat" sur les surfaces de refroidissement.

Condensation → processus inverse de changement d'état, passage de gazeux à liquide.

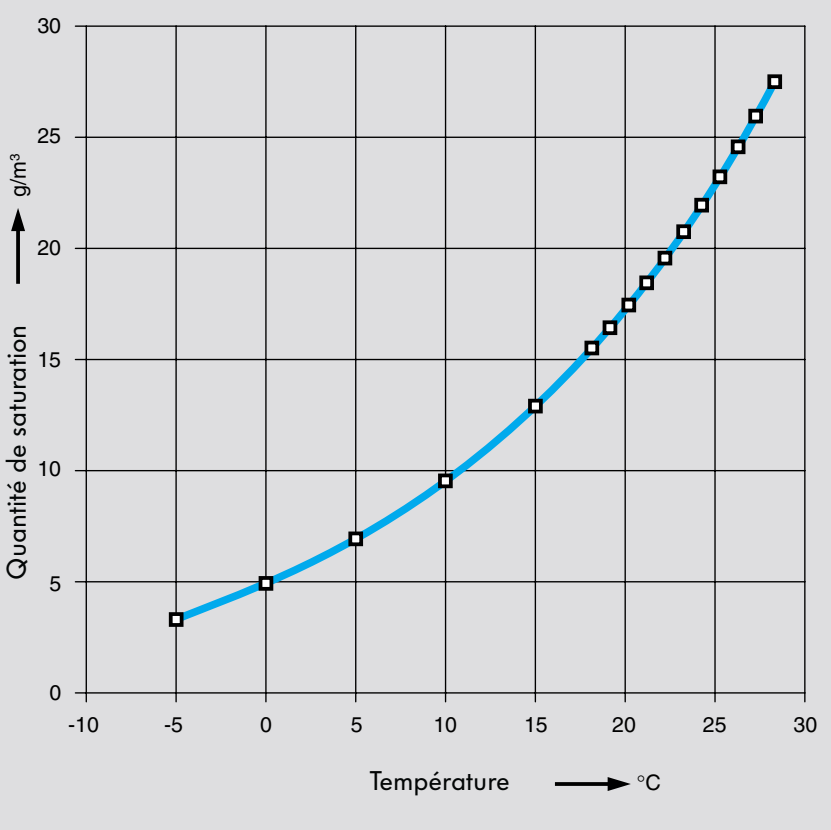
Réfrigérant → fluide chimique permettant de réaliser les processus d'échange de chaleur. Dans le climatiseur, il se présente sous forme gazeuse ou liquide en fonction des conditions de pression et de température. Une détente provoque son refroidissement.

Refroidissement par détente → lorsqu'un gaz sous pression peut brusquement se "détendre" (ce qui revient à son expansion) via une soupape, il se refroidit. C'est le cas p. ex. lorsqu'on dégonfle un pneumatique. L'air expulsé sous pression au niveau de la valve est froid.

Teneur en vapeur d'eau de l'air

Quantité de saturation de la vapeur d'eau dans l'air pour une humidité relative de 100 % et une pression atmosphérique normale

Température °C	Quantité (g/m^3)
-5	3,25
0	4,85
5	6,80
10	9,41
15	12,84
18	15,39
19	16,32
20	17,32
21	18,35
22	19,44
23	20,61
24	21,81
25	23,07
26	24,41
27	25,79
28	27,26



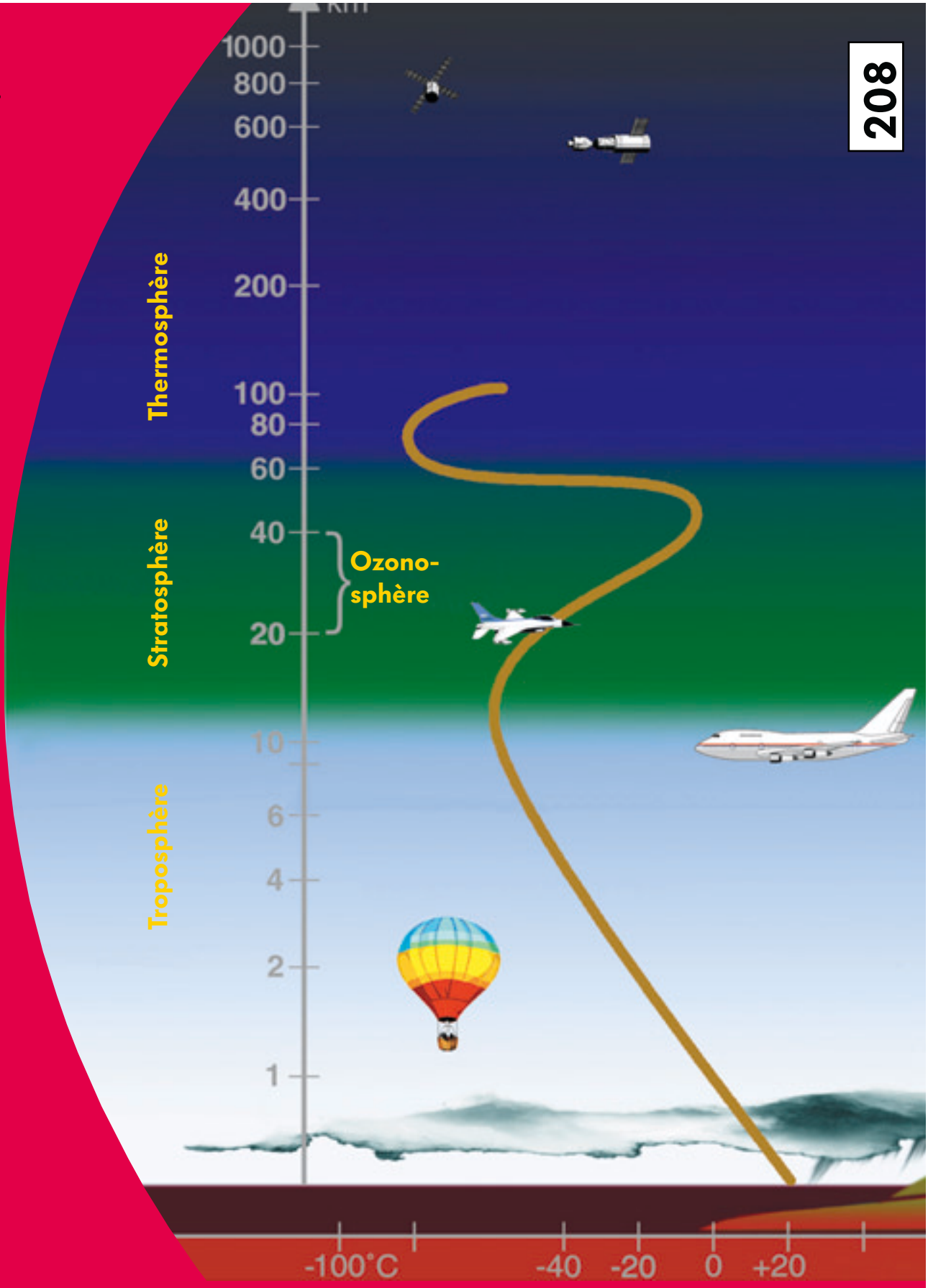
208_103

Humidité absolue de l'air → en (g/m^3), est la quantité d'eau contenue dans 1 m^3 d'air.

Humidité relative de l'air → en %, représente le rapport de la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'eau par rapport à la quantité maximale possible.

Remarque relative au tableau → Le tableau montre la quantité limite, en g d'eau par m^3, pouvant encore tout juste être contenue dans l'air à différentes températures. La saturation à 100 % est indiquée. Plus la température est élevée, plus cette quantité augmente. Une règle approximative dit que pour des températures comprises entre 10 et 30 °C, sa valeur en g/m^3 équivaut pratiquement à la température en °C.

Service.



Réservé à l'usage interne © VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg
Sous réserve de tous droits et modifications techniques
940.2810.27.40 Définition technique 12/98

❀ Ce papier a été produit à partir
de pâte blanchie sans chlore.